Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8570544
Centre d'intérêt: 870

Elaboration & expérimentation d'un modèle algorithmique comme support à l'apprentissage de concepts technologiques abstraits et leur transfert en situations concrètes chez des étudiants du secteur professionnel court (SOCRATIX) / H. D. Stolovitch, V. Lemire, B. F. Rousse, J.-F. Cloutier, L. Rapagna, G. Toupin, M. Moussaoui. -- Montréal : Université de Montréal, Programme de perfectionnement des maîtres en enseignement professionnel, 1985.
xv, 269 p. ; 28 cm.

"Rapport final I (82/MPS/02-FPMEP 01)". Résumé: p. vi-xii. Bibliogr.: p. 216-241. Glossaire: p. 204-215. Index: p. iv-v.

Descripteur(s): *Enseignement professionnel *Difficulté d'apprentissage *Formation de concepts *Transfert d'apprentissage *Enseignement assisté par ordinateur *Technologie éducative *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Equipement motorisé *Electricité *Soudage *Intelligence artificielle

Le projet, réalisé entre 1983 et 1985, a pour but de générer un modèle algorithmique systématique, généralisable et transférable à tout domaine d'apprentissage. Il doit contribuer à faciliter l'acquisition de concepts abstraits, la correction des carences cognitives liées aux acquis prérequis, et le développement des stratégies de généralisation et de transfert de ces acquis conceptuels dans des situations concrètes touchant le domaine de la formation professionnelle. Les objectifs visés étaient: 1. l'identification dans le milieu des concepts posant les plus grandes difficultés d'apprentissage; 2. la réalisation d'un inventaire systématique des concepts fondamentaux pertinents à une formation de base en équipement motorisé; 3. l'élaboration et l'expérimentation du modèle cognitif; 4. le développement d'un didacticiel pour l'application du modèle; 5. la mise au point d'un guide didactique applicable au développement de nouveaux modules.

La méthodologie s'est appuyée sur cinq dimensions principales: 1. appel à un expert en équipement motorisé pour la réalisation de l'enquête dans le milieu; 2. utilisation d'une équipe d'ingénieurs pour la constitution de la banque de concepts fondamentaux (électricité et soudage); 3. élaboration du modèle didactique fondé sur les recherches récentes en psychologie sognitive; 4. conception du système informatique tutoriel sur micro-ordinateur, fondé sur les techniques d'intelligence artificielle; 5. expérimentation d'un prototype du système tutoriel, à l'aide de modules portant sur les types de circuits électriques.

Les principales conclusions sont les suivantes: 1. le modèle didactique conceptuel élaboré apparaît comme une option sérieuse pour une généralisation d'utilisation en formation professionnelle; 2. l'intérêt suscité auprès des étudiants et des enseignants, ainsi que les résultats obtenus grâce au prototype algorithmique restreint de "SOCRATIX" indiquent clairement la nécessité de son extension vers un système tutoriel conceptuel universel intelligent (STCUI) utilisant

pleinement les capacités de l'intelligence artificielle.

Type de document: r
Financement: Bénéficiaire - Université de Montréal
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGERU
Programme(s) de subvention - PPMEP

EDUQ 8570544

ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE ALGORITHMIQUE COMME SUPPORT A L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTRAITS ET LEUR TRANSFERT EN SITUATIONS CONCRETES CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL COURT

(SOCRATIX)

STOLOVITCH, H.D.
LEMIRE, V.
ROUSSE, B.F.
CLOUTIER, J-F.
RAPAGNA, L.
TOUPIN, G.
MOUSSAOUI, M.

MAI 1985

Rapport Final I

(82/MPS/02-PPMEP 01)

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DES MAITRES EN ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

UNIVERSITE DE MONTREAL * FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION

PPMEP01.TIT: 09/04/85

EDUQ 8579544

ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE ALGORITHMIQUE COMME SUPPORT A L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTRAITS ET LEUR TRANSFERT EN SITUATIONS CONCRETES CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL COURT

(SOCRATIX)

STOLOVITCH, H.D.
LEMIRE, V.
ROUSSE, B.F.
CLOUTIER, J-F.
RAPAGNA, L.
TOUPIN, G.
MOUSSAOUI, M.

MAI 1985

Rapport Final I

(82/MPS/02-PPMEP 01)

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DES MAITRES EN ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

UNIVERSITE DE MONTREAL * FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION

NOTE

Ce texte fait partie des documents produits dans le cadre d'un projet de recherche PPMEP, réalisé entre janvier 1983 et mai 1985, ayant pour titre:

"ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE DIDACTIQUE INFORMATISE POUR L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTRAITS CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL".

Cette recherche a pu être menée grâce à une subvention du Ministère de l'Education du Québec (PPMEP).

Ce projet a été supervisé et dirigé par:

. Harold STOLOVITCH, *Directeur du projet et Professeur agrégé en Technologie éducationnelle, Université de Montréal.*

. Viateur LEMIRE, *co-directeur du projet et Responsable du programme PPMEP, Faculté des Sciences de l'éducation, Université de Montréal.*

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier particulièrement les personnes suivantes, qui ont permis la réalisation de ce projet:

***Gisèle PAINCHAUD**, Vice-Doyenne à la Recherche de la Faculté des Sciences de l'Education de l'Université de Montréal, pour son support et ses encouragements constants;*

***Yvan PELCHAT**, Service de la Formation du Personnel de l'Enseignement, M.E.Q., pour l'intérêt de tous les instants accordé à notre travail;*

Ainsi que tous les responsables et enseignants, dont la collaboration nous a été si précieuse:

***C.S. CHOMEDEY**: Bertrand DUDEMAINE, Bernard LANTHIER, Pierre DUMONTIER, Pierre CHARTRAND & Pierre BERKERS, ainsi que les enseignants suivants:*

- ***Pt-Viau**:* Louis RAPAGNA, Jean-Paul BEAUDRY, Antoine COMPAR, Raynald LEMAY, Gérald METHOT & Camille MILOT;
- ***St-Maxime**:* Jean CARON;
- ***Mt-de-Lasalle**:* Monique MORAND.

./..

C.S. MILLE-ILES: Marc-André PIGEON, Bernard CAUDEN, ainsi que les enseignants suivants:

- *P.E.Dufresne: Aimable-G.CLOUTIER & ses collègues*
- *Horizon-Jeunesse: Yvan LATREILLE;*
- *A.Labelle: Michel DUCHESNEAU;*

C.S. ST-JEROME: Jean OLCZYCK, Jules MONTREUIL & Jules LIMOGES, ainsi que les enseignants suivants:

- *Poly. St-Jérôme: Gilles BEGIN;*
- *A.Dumais: Claude MATHIEU.*

Enfin, tous et toutes les étudiant(e)s (*plus de 800*) qui ont expérimenté "SOCRATIX" et dont les commentaires sérieux nous sont et seront d'une très grande utilité.

* *
*

Table des matières

Liste des illustrations iii

Index du lexique iv

Sommaire vi

Tableaux cumulatifs des moyennes expérimentales xiii

Introduction 01

PARTIE I

A. Pertinence du projet 07

B. Problématiques 12

C. Objectifs du projet 30

D. Méthodologies 36

PARTIE II

A. Planification des travaux 41

B. Déroulement des travaux 46

C. Productions & études annexes 54

PARTIE III

A. Identification des besoins spécifiques 72

B. Analyse des concepts fondamentaux 88

C. Elaboration du modèle didactique 101

D. Développement des prototypes tutoriels 130

PARTIE IV

A. Pré-expérimentation 146

B. Expérimentation du premier prototype 160

C. Analyses & résultats 176

Conclusions (*Bilan & Prospectives*) 192

Lexique 204

Bibliographie de recherche 216

Liste des productions 242

* * *

Liste des illustrations

Figure 1a: Procédure typique pour les programmes tutoriels (Gagné,83). 105

Figure 1b: Procédure incorporant des événements didactiques additionnels (Gagné,83). 107

Figure 2 : Comportements de classification prévus (selon Thiagarajan,72) 109

Figure 3a: Hypothèses de recherche & variables 164

Figure 3b: Schème expérimental 169

* *

Tableau 1: Grille d'analyse des besoins. 85

Tableau 2: Moyennes & écarts-types des gains pré-post tests de classification correcte. 180

* *

Liste des concepts analysés (électricité & soudage). . 98

Algorithme tutoriel conceptuel (Rousse,83) 129

* * * * *

Index du lexique

01-ANALYSE CONCEPTUELLE 204
02-APPLICATION DE REGLE 204
03-APPRENTISSAGE "DISSOCIE" 204
04-APPRENTISSAGE "JUMELE" 204
05-ATTRIBUT CRITIQUE. 205
06-ATTRIBUT NECESSAIRE. 205
07-ATTRIBUT VARIABLE. 205
08-CLASSIFICATION 205
09-CLASSIFICATION CORRECTE. 206
10-COMPORTEMENT DE L'ETUDIANT 206
11-COMPREHENSION CONCEPTUELLE 206
12-CONCEPT. 207
13-CONCEPTS ASSOCIES. 207
14-CONCEPTS COORDONNES. 207
15-CONCEPTS SUBORDONNES 208
16-CONFUSION. 208
17-CONTENU DE TACHE 209
18-DEFINITION CONCEPTUELLE. 209
19-DEFINITION TECHNIQUE 209
20-DISCRIMINATION CONCEPTUELLE. 210
21-ERREURS CONCEPTUELLES. 210
22-EXEMPLE CONCEPTUEL 210
23-EXEMPLES CONVERGENTS 210

24-EXEMPLES DIVERGENTS. 211
25-GENERALISATION 211
26-HIERARCHIE D'APPRENTISSAGE 211
27-MEMORISATION 211
28-NON-EXEMPLE. 212
29-NON-EXEMPLE PROCHE 212
30-NON-EXEMPLES ASSOCIES. 212
31-NON-EXEMPLES NON-ASSOCIES. 212
32-PAIRAGE ASSOCIE. 213
33-PROCEDURE DE "TRANSFERT" 213
34-RAPPEL CONCEPTUEL. 213
35-REGLE D'ORDRE SUPERIEUR. 213
36-RESEAU CONCEPTUEL. 214
37-SERIE RATIONNELLE. 214
38-SOLUTION DE PROBLEME 214
39-SOUS-GENERALISATION. 215
40-SUR-GENERALISATION 215
41-TAXONOMIE CONCEPTUELLE 215

* * * * *

SOMMAIRE

1 — PRESENTATION DU PROJET

Le projet décrit porte le titre suivant:

ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE ALGORITHMIQUE COMME SUPPORT A L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS ABSTRAITS ET DE LEUR TRANSFERT EN SITUATION CONCRETE CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL COURT EN EQUIPEMENT MOTORISE.

Il s'agit d'un projet de recherche réalisé, entre le 30 janvier 1983 et le 31 mai 1985, par une équipe "*pluridisciplinaire*" de chercheurs et d'enseignants, à l'Université de Montréal et dans plusieurs écoles secondaires de la région nord du grand-Montréal, grâce à une subvention du M.E.Q. et sous le cadre du programme P.P.M.E.P.

2 — PROBLEMATIQUE

Les difficultés d'apprentissage des CONCEPTS ABSTRAITS et de leur transfert dans les situations concrètes de résolution de problèmes sont fréquemment relevées chez les élèves du secteur professionnel court, notamment en Equipement Motorisé, du fait des facteurs suivants:

1- manque de goût de ces élèves pour tout ce qui n'est pas concret;

2- carences cognitives résultant de leur scolarité antérieure;

3- formation didactique minimale des enseignants de ce secteur.

4- utilisation généralisée de méthodes didactiques et diagnostiques inadéquates.

La solution supposait une identification rigoureuse et systématiques des CONCEPTS FONDAMENTAUX à leur formation, mais également la MODELISATION d'un véritable PROCESSUS DIDACTIQUE CORRECTIF tenant compte des THEORIES COGNITIVES modernes (*GAGNE, 1977; PIAGET, 1970; PAPERT, 1980*) et des avantages de rétroaction immédiate, de simulation et de flexibilité du MICRO-ORDINATEUR, pour faciliter un apprentissage rigoureux et efficient de l'étudiant, tout en permettant au maître de jouer pleinement son rôle d'intervention pédagogique avec un minimum de formation réaliste et adéquate.

3—BUTS ET OBJECTIFS

Le but fondamental poursuivi par ce projet était de générer un MODELE ALGORITHMIQUE systématique, généralisable et transférable à tout domaine d'apprentissage, pour contribuer à faciliter et améliorer l'acquisition de CONCEPTS ABSTRAITS, la CORRECTION des CARENCES COGNITIVES liées aux acquis PREREQUIS et le développement des STRATEGIES de généralisation et de transfert de ces acquis conceptuels dans des SITUATIONS CONCRETES touchant le domaine professionnel de formation et d'autres applications de la vie courante.

Les objectifs visés étaient:

1- *l'IDENTIFICATION dans le MILIEU des concepts posant les plus grandes DIFFICULTES D'APPRENTISSAGE;*

2- *la REALISATION d'un INVENTAIRE systématique des CONCEPTS FONDAMENTAUX pertinents à une FORMATION DE BASE en Equipement Motorisé;*

3- *l'ELABORATION et l'EXPERIMENTATION du MODELE COGNITIF avec un nombre restreint de MODULES (3 à 5);*

4- *le DEVELOPPEMENT d'un DIDACTICIEL sur MICRO-ORDINATEUR pour l'application efficiente du modèle;*

5- *la MISE AU POINT d'un GUIDE DIDACTIQUE applicable au DEVELOPPEMENT de nouveaux modules, par des enseignants adéquatement entraînés.*

4—METHODOLOGIE

La méthodologie s'est appuyée sur cinq dimensions principales:

1- *Appel à un EXPERT en Equipement Motorisé pour la réalisation de l'ENQUETE dans le MILIEU, visant à l'identification des domaines conceptuels les plus problématiques;*

2- *Utilisation d'une EQUIPE d'Ingénieurs pour la constitution de la BANQUE DE CONCEPTS FONDAMENTAUX (électricité & soudage);*

3- *Elaboration, par un EXPERT du domaine, du MODELE DIDACTIQUE fondé sur les recherches récentes en PSYCHOLOGIE COGNITIVE;*

4- *Appel à un INFORMATICIEN pour la conception du SYSTEME INFORMATIQUE TUTORIEL sur MICRO-ORDINATEUR, fondé sur les techniques d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE;*

5- *Expérimentation d'un PROTOTYPE du SYSTEME TUTORIEL, à l'aide d'une série de MODULES DIDACTIQUES portant sur les TYPES de CIRCUITS ELECTRIQUES.*

5 — BILAN & RECOMMANDATIONS

Le bilan des activités de l'équipe de recherche se résume ainsi:

1- *Constat d'un accroissement significatif des scores d'apprentissage conceptuel dans le domaine étudié, même chez les étudiant(e)s qui avaient une connaissance préalable de celui-ci;*

2- *Réalisation de deux prototypes du "Système Tutoriel Conceptuel Intelligent" (SOCRATIX-0.1 & 0.2) sur IBM/PC;*

3- *Exécution de trois recherches expérimentales différentes, dont la centrale avec "SOCRATIX" et deux autres impliquant une intervention directe des enseignant(e)s, avec des élèves du primaire d'une part, et des étudiants du secondaire (équipement motorisé) d'autre part;*

4- *Elaboration d'un recueil d'analyses de concepts fondamentaux, touchant à la fois le programme d'équipement motorisé et d'autres "profils de formation" (84 concepts, dont 64 en électricité & 20 en soudage);*

5- Implication, au total, de plus de 700 étudiants et étudiantes de formation professionnelle et d'une cinquantaine d'enseignant(e)s, dans huit écoles secondaires de trois commissions scolaires de la rive nord de Montréal;

6- Production de 25 documents incluant:

- *3 rapports finaux;*
- *3 rapports d'études expérimentales;*
- *13 rapports théoriques & techniques;*
- *4 guides pédagogiques;*
- *2 protocoles d'utilisation des logiciels produits;*

7- La réalisation d'un prototype de logiciel d'analyse des réseaux conceptuels.

Toutefois, malgré des résultats très positifs, compte tenu des circonstanes et de l'ampleur du projet, cette recherche ne devrait être considérée que comme une étude préliminaire de "faisabilité", mais ouvrant sur un vaste domaine de développement en Formation Professionnele.

Les principales recommandations qui résultent de la modeste contribution de ce projet sont les suivantes:

1- Le modèle didactique conceptuel (M.D.C.) élaboré, applicable à tout contenu d'apprentissage conceptuel, du fait qu'il semble demeurer efficace pour des clientèles présentent des carences ou connaissances préalables très diverses, apparaît comme une <u>option sérieuse pour une généralisation d'utilisation en Formation Professionnelle</u>; (voir tableaux récapiltulatifs en fin de ce sommaire)

2- L'intérêt suscité auprès des étudiant(e)s & des enseignant(e)s, ainsi que les résultats obtenus grâce aux prototypes algorithmiques restreints de "SOCRATIX" indiquent clairement la nécessité de son extension vers un Système Tutoriel Conceptuel Universel Intelligent (S.T.C.U.I) utilisant pleinement les capacités de l'"Intelligence Artificielle";

3- Le point crucial demeure au niveau préalable de l'analyse conceptuelle et les difficultés constatées chez les experts-matières et les ingénieurs pour effectuer ce travail de façon cohérente confirment la nécessité d'un outil logistique puissant pour les aider à formaliser l'"analyse des réseaux conceptuels";

4- L'appropriation par les enseignant(e)s et la mise à disposition des étudiant(e)s, de différents "profils professionnels", du M.D.C. seraient favorisés grandement par le développement de "projets-conjoints" impliquant à la fois des "experts-matières" des C.S. & des équipes interdisciplinaires de chercheurs;

5- Un effort important de recherche théorique et fondamentale reste à faire pour permettre une application optimale du M.D.C. & du S.T.C.U.I., notamment dans les domaines de la "structure et représentation de la connaissance" et du "diagnostic des carences conceptuelles";

6- Un travail complémentaire, de même nature que le présent projet, devrait et pourrait être mené sur le domaine des acquisitions de règles; cela suppose, évidemment l'élaboration préalable d'un modèle didactique différent;

7- *Toutefois, les implications pluri-disciplinaires considérables de tels "systèmes tutoriels intelligents" supposent une infrastructure de recherche beaucoup plus large et, de ce fait, leur développement ne DEVRAIT PAS, ai ne pourrait être supporté budgétairtement par le seul programme P.P.M.E.P.: (l'initiative ressort de projets concertés d'un ensemble de partenaires pouvant bénéficier grandement des retombées d'une telle réalisation).*

* * * * *

MOYENNES & ECARTS-TYPE DES SCORES DE CLASSIFICATION CORRECTE SUR ORDINATEUR

CONCEPTS ASSOCIES

N=24		A	B	C	Total
I	M=	80.56	70.31	83.34	78.07
	D=	*9.35*	*16.44*	*8.18*	*12.25*
II	M=	93.75	89.06	91.67	91.49
	D=	*5.26*	*5.98*	*6.80*	*5.83*
Total	M=	87.15	79.69	87.50	84.78
	D=	*9.95*	*15.22*	*8.27*	*11.62*

CIRCUITS ELEMENTAIRES

N=24		A	B	C	Total
I	M=	95.83	81.25	97.92	91.67
	D=	*8.34*	*23.94*	*4.17*	*15.49*
II	M=	93.75	100.00	100.00	97.92
	D=	*12.50*	*.00*	*.00*	*7.22*
Total	M=	94.79	90.63	98.96	94.79
	D=	*9.90*	*18.60*	*2.95*	*12.24*

Tableau cumulatif A

MOYENNES & ECARTS-TYPE DES SCORES
DE CLASSIFICATION CORRECTE SUR ORDINATEUR

CIRCUITS EN SERIE

N=24		A	B	C	Total
I	M=	81.25	56.25	75.00	70.83
	D=	*12.50*	*23.94*	*17.68*	*20.18*
II	M=	84.38	87.50	81.25	84.38
	D=	*11.97*	*14.43*	*16.14*	*13.19*
Total	M=	82.81	71.88	78.13	77.60
	D=	*11.45*	*24.78*	*16.02*	*18.05*

CIRCUITS PARALLELES

N=24		A	B	C	Total
I	M=	75.00	87.50	81.25	81.25
	D=	*14.43*	*14.43*	*21.65*	*16.43*
II	M=	96.88	75.00	87.50	86.46
	D=	*6.25*	*.00*	*14.43*	*12.45*
Total	M=	85.94	81.25	84.38	83.85
	D=	*15.58*	*11.57*	*17.36*	*14.50*

Tableau cumulatif B

MOYENNES & ECARTS-TYPE DES SCORES DE CLASSIFICATION CORRECTE SUR ORDINATEUR

CIRCUITS MIXTES

N=24		A	B	C	Total
I	M=	62.50	56.25	78.13	65.63
	D=	*22.82*	*42.70*	*18.75*	*28.76*
II	M=	100.00	93.75	93.75	95.83
	D=	*.00*	*12.50*	*12.50*	*9.73*
Total	M=	81.25	75.00	85.94	80.73
	D=	*25.00*	*35.36*	*16.95*	*26.06*

Tableau cumulatif C

* * * * *

INTRODUCTION

Le présent document constitue le premier de trois "*Rapports finaux*" d'une recherche subventionnée par le programme P.P.M.E.P., à l'Université de Montréal, réalisée par une équipe pluri-disciplinaire de chercheurs et d'enseignants, du 30 Janvier 1983 au 31 Mai 1985, et portant le titre suivant:

ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE ALGORITHMIQUE COMME SUPPORT A L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS ABSTRAITS ET DE LEUR TRANSFERT EN SITUATION CONCRETE CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL COURT EN EQUIPEMENT MOTORISE.

Le présent rapport (*N° I*) couvre la période allant du début du projet (*Janvier 1983*) à la fin de Septembre 1984, c'est-à-dire les phases suivantes du projet global:

* **Phase I: (*de Janvier 1983 à Mars 1984*)**

Cette première phase fut consacrée prioritairement aux activités suivantes:

. *Recherches bibliographiques, compilation, étude, traductions et diffusion auprès des membres de l'équipe des informations pertinentes au domaine de recherche;*

. *Réalisation de synthèses théoriques sur différents aspects liés au projet;*

. *Elaboration du Modèle Didactique Conceptuel (M.D.C.);*

. *Concertation avec les enseignants affiliés du milieu et réalisation d'une enquête sur les besoins conceptuels spécifiques en Equipement Motorisé;*

. *Recension des domaines conceptuels prioritaires en Equipement Motorisé et premières séries d'analyses des concepts de base en Electricité;*

. *Développement et informatisation du premier prototype du tutoriel conceptuel (SOCRATIX-0.1).*

* **Phase II: (*de Mars 1984 à Septembre 1984*)**

Cette seconde phase fut consacrée principalement à l'expérimentation initiale du modèle didactique et du prototype; en second lieu, elle permit la continuation, le raffinement ou l'exécution des activités spécifiques suivantes:

. *Remaniement et révision des premières séries d'analyses des concepts de base en Electricité, par une nouvelle équipe d'ingénieurs ;*

. *Réalisation de nouvelles synthèses théoriques sur les aspects non encore touchés du projet et analyse critique de la littérature compilée;*

. Etude du niveau de lecture de la population expérimentale (étudiants du professionnel court en Equipement Motorisé), en collaboration avec une spécialiste en "Ortholexie";

. *Mise à l'essai et pré-expérimentation du modèle didactique non-informatisé, en situation d'enseignement-apprentissage "face-à-face", d'une part avec des élèves du primaire, de l'autre avec des étudiants du secondaire professionnel;*

. *Analyse des résultats expérimentaux obtenus avec le premier prototype tutoriel conceptuel (SOCRATIX-0.1);*

. *Remaniement du prototype tutoriel, en vue d'en accroître la flexibilité d'emploi et l'expérimentation sur une clientèle élargie (SOCRATIX-0.2);*

. *Mise au point d'une expérimentation étendue du système tutoriel conceptuel, auprès d'une population couvrant un maximum de "profils professionnels", de niveaux et incluant non plus seulement des garçons, mais également des filles.*

Ces deux premières phases du projet ont fait l'objet de trois octrois de subvention, couvrant les périodes suivantes:

. ***Période de Janvier 1983 à Mai 1983 (1er octroi);***

. ***Période de Juin 1983 à Mai 1984 (1er renouvellement);***

. ***Période de Juin 1984 à Décembre 1984 (2ème renouvellement).***

La dernière phase du projet (*Octobre 1984 à Mai 1985*) fait l'objet des deux autres "*Rapports Finaux*" (*N° II & III*), pour des raisons de opérationnelles. Ces deux rapports couvrent respectivement les activités spécifiques suivantes:

. ***RAPPORT N° II**: Expérimentation élargie du deuxième prototype tutoriel conceptuel (SOCRATIX-0.2);*

. ***RAPPORT N° III**: Elaboration et mise à l'essai du logiciel d'aide à l'analyse des réseaux conceptuels (A.R.C-1.0)*

L'EQUIPE DE RECHERCHE

Ce projet était caractérisé par une équipe pluri-disciplinaire de chercheurs, travaillant en étroite collaboration avec une équipe d'enseignants en Equipement Motorisé. Cette collaboration a impliqué une vingtaine de personnes, à des titres divers et pour des périodes plus ou moins longues et continues. L'équipe du projet était composée de 7 membres de base:

. **Harold STOLOVITCH**:

- *Professeur agrégé en Technologie Educationnelle;*
- *Directeur du projet;*
- *(Harold Stolovitch agissait comme responsable de la gestion et de la supervision du projet).*

. **Viateur LEMIRE**:

- *Co-directeur du projet;*

- *Directeur du Département d'Enseignement Secondaire & Collégial & du programme P.P.M.E.P.;*

- *(Viateur Lemire agissait comme représentant du programme P.P.M.E.P. et co-responsable de la gestion du projet).*

. **Bernard ROUSSE**:

- *Assistant de recherche & Technologue en éducation;*

- *(Bernard Rousse était un chercheur majeur au niveau de l'équipe et était responsable de la création du modèl d'enseignement-apprentissage de concepts).(cf. Rapport Expérimental III, Rapports Techniques I, II, III, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XIII & Guides I, II, III & IV)*

. **Jean-François CLOUTIER**:

- *Etudiant de Maîtrise en Informatique, Mc-Gill University;*

- *(Jean-François Cloutier était le spécialiste en informatique. C'est lui qui avait à créer le modèle informatique qui donnerait vie au tuteur conceptuel). (cf. Rapport Technique IV)*

. **Jean-Christophe LANGLOIS**:

- *Ingénieur en Aéronautique;*

- *Expert pour la partie technologique du projet;*

- *Responsable de l'analyse des concepts durant la première phase du projet (janvier 1983-mai*

1984).

. **Gaétan TOUPIN**:

- *Ingénieur en Metallurgie;*

- *Responsable de l'analyse des concepts, avec une équipe de trois ingénieurs contractuels, durant la deuxième phase du projet (mai 1984-décembre 1984). (cf. Rapport Technique V)*

. **Louis RAPAGNA**:

- *Coordonnateur & Enseignant en Equipement motorisé et étudiant de Maîtrise en Technologie Educationnelle;*

- *(La responsabilité de Louis Rapagna consistait à rencontrer ses collègues et les étudiants, en vue d'examiner où se situaient les difficultés d'enseignement-apprentissage des concepts, et à préparer le terrain expérimental dans le milieu); (cf. Rapport Technique XII)*

- *Chargé d'une expérimentation annexe du Modèle didactique conceptuel, en situation "face-à-face", avec des étudiants en équipement motorisé. (cf. Rapport Expérimental II)*

. **Malika MOUSSAOUI**:

- *Etudiante de Maîtrise en Technologie Educationnelle;*

- *(Malika Moussaoui agissait comme personne-soutien de l'équipe de recherche, en réunissant l'information documentaire pertinente et en tenant à jour la progression et les aléas de l'équipe);*

- *Chargée d'une expérimentation annexe du Modèle didactique conceptuel, en situation "face-à-face", avec des élèves de l'élémentaire. (cf. Rapport Expérimental I)*

* * * * *

PARTIE I

Cette première partie de ce rapport de recherche décrit les spécifications initiales du projet et constitue la présentation globale de celui-ci. Elle comprend les chapîtres suivants:

A. Pertinence du projet 07

B. Problématiques 12

C. Objectifs du projet 30

D. Méthodologies 36

* * *

CHAPITRE A

PERTINENCE DU PROJET

La pertinence de la présente recherche a été envisagée en fonction des trois dimensions suivantes définies par le Ministère de l'Education pour le volet-recherche du programme P.P.M.E.P.:

1- *Sa conformité aux caractéristiques principales de ce volet de recherche;*

2- *La pertinence des travaux réalisés, en soi;*

3- *Leur identification par rapport à l'un des thèmes prioritaires soutenus par le P.P.M.E.P.*

* * *

1. CONFORMITE DU PROJET AUX PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU VOLET DE RECHERCHE PPMEP.

La pertinence de ce projet s'inscrit, d'une part, dans le cadre des spécifications relatives au but ultime, aux moyens privilégiés et aux thèmes prioritaires choisis pour le PPMEP, tel qu'il ressort de la brochure 1983-84 (*LA RECHERCHE DANS LES PROGRAMMES SPECIAUX DE PERFECTIONNEMENT*):

1- *"accroître la qualité des apprentissages chez les élèves... du secondaire..."* (enseignement au secteur professionnel);

2- *"faire porter la recherche sur ce qui constitue le coeur de l'acte d'apprendre";*

3- *"le contenu même de la formation de base"*

4- *dans le genre de didactique, "la primauté (est accordée) à l'apprentissage de l'élève sur l'enseignement du maître";*

5- *"que les projets issus du volet Recherche du PPMEP soient avant tout des productions destinées aux élèves, productions auxquelles s'ajoutera un guide d'exploitation pédagogique pour l'enseignant.."* (p.9);

6- *"le modèle* (de recherche) *recommandé devrait conduire à de meilleures résultats dans l'élaboration d'une didactique de discipline pour les élèves d'abord..."* (p.9);

7- "... la présence d'équipes interdisciplinaires devant s'associer aux enseignants et à leurs élèves en situation scolaire..." (p.10);

8- *"modèle de recherche axé sur le développement d'actions concrètes riches et diversifiées...posant le diagnostic d'une situation déficiente... et débouchant ensuite sur la découverte de solutions appropriées."* (p.10)

9- *"les efforts de recherche doivent porter surtout sur une mise à jour de la didactique"* (p.12);

10- *"utilisation du micro-ordinateur comme support des apprentissages de l'élève"* (p.13)

2. PERTINENCE DES TRAVAUX.

En s'efforçant d'OPERATIONNALISER et de VALIDER, en EQUIPEMENT MOTORISE, UN MODELE DIDACTIQUE NOVATEUR et PRATIQUEMENT TRANSFERABLE A TOUS TYPES D'APPRENTISSAGES PROFESSIONNELS, voire autres, ce projet peut CONTRIBUER LARGEMENT A L'AMELIORATION DES APPROCHES PEDAGOGIQUES et DIDACTIQUES EN ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL et répond aux préoccupations citées du Ministère .

De façon spécifique, le modèle développé par ce projet devait permettre, après validation, de METTRE A LA DISPOSITION DES ETUDIANTS ET DES ENSEIGNANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL un OUTIL DIDACTIQUE EFFICIENT pour:

1- *assurer un ENSEIGNEMENT SYSTEMATISE des CONCEPTS FONDAMENTAUX pertinents au domaine de l'EQUIPEMENT MOTORISE;*

2- *garantir un APPRENTISSAGE SANS FAILLES COGNITIVES, transférable en situation concrète de solution de problèmes;*

3- *générer une grande quantité de MATERIEL DIDACTIQUE directement utilisable par un grand nombre d'étudiants.*

Enfin, la pertinence du projet se fonde sur l'originalité des productions et du matériel qui en résultent. Hormis LOGO - qui touche d'autres domaines d'application - il n'existe rien de comparable, au Québec, concernant l'apprentissage de concepts basé sur une didactique rigoureuse et utilisant un système d'intelligence artificielle sur micro-ordinateur. Le degré de distanciation du matériel proposé etait considérable par rapport aux matériels didactiques existants, à de multiples niveaux.

3. *IDENTIFICATION DU THEME PRIORITAIRE*
(précisant le ou les aspects visés)

Le projet se situe spécifiquement au niveau de la *"MAITRISE DE NOTIONS, DE CONCEPTS SCIENTIFIQUES DE BASE QUI FONDENT LA TECHNIQUE ET LA TECHNOLOGIE"*.

Il touche les deux aspects de cette priorité:

1. *"la compréhension des principes constitutifs des techniques et des technologies".*

2. *"la démonstration, l'explication et la formulation des phénomènes scientifiques".*

De plus, la solidité du cadre théorique choisi (*GAGNE, 1977*) sous-tendant le MODELE DIDACTIQUE que nous nous proposions d'élaborer et d'expérimenter, ainsi que le support médiatique envisagé (*micro-ordinateur*), (*compte tenu du vaste champ d'application de l'apprentissage de concepts abstraits, de sa pertinence didactique et de l'étendue des carences d'apprentissage décelées à ce niveau*) permettait d'envisager une réelle possibilité de TRANSFERT d'application des résultats de la recherche à d'autres domaines d'apprentissage professionnel, voire même de GENERALISATION pour la plupart des MATIERES ACADEMIQUES du secondaire.

* * * * *

CHAPITRE B

PROBLEMATIQUES

Le présent chapître montre les diverses problématiques développées dans le cadre de ce projet de recherche.

Dans un premier temps, la problématique globale du projet est définie, comprenant les deux points suivants:

1- L'identification du problème d'apprentissage des élèves;

2- Le choix d'un cadre théorique de recherche.

Dans un deuxième temps, la problématique spécifique d'expérimentation sera définie et présentée de la façon qui suit:

1- Le problème théorique

2- Le problème didactique

3- Les questions de recherche

* * *

A-PROBLEMATIQUE GLOBALE

1. IDENTIFICATION DU PROBLEME D'APPRENTISSAGE DES ELEVES.

(desciption de la situation observée d'enseignement et d'apprentissage - identification du problème et dégagement des causes).

Dans le domaine de l'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL AU SECONDAIRE, les mêmes doléances ressortent régulièrement lorsque l'on interroge les divers intervenants du milieu, responsables du secteur dans les commissions scolaires, professeurs, orienteurs et psychologues scolaires, concernant le manque de motivation généralisé et la difficulté chronique des étudiants de ce secteur, spécialement ceux de l'actuel "*professionnel court*", à acquérir les connaissances abstraites et théoriques de base jugées indispensables à leur formation professionnelle.

Les causes des carences d'apprentissage peuvent se situer à de multiples niveaux, à la lumière des théories de l'apprentissage (*DEESE,J.,&HULSE,S.H.,1967; GAGNE,R.M.,1974; HILGARD,E.R.,& BOWER,G.H.,1975; PAPERT,S.,1981; PIAGET,J., 1970; TRAVERS,R.M.,1972*), notamment: manque de motivation à apprendre, carences perceptuelles, problèmes socio-émotifs, déficiences neuro-physiologiques, carences didactiques dans l'enseignement spécifique, carences cognitives dans les apprentissages préalables et les connaissances et habiletés

prérequises .

Or, si le portrait général des étudiants du professionnel court, tel qu'il ressort des études consultées, atteste à la fois, dans l'ordre d'importance, d'un MANQUE DE MOTIVATION et d'intérêt pour l'école, d'INADAPTATION socio-émotive et de CARENCES académiques, il paraît de toute évidence que ces étudiants présentent des HABILETES INTELLECTUELLES en tout point NORMALES et caractérisées par:

1- une INTELLIGENCE PRATIQUE, INTUITIVE et CONCRETE;

2- une capacité d'ANALOGIE et de TRANSFERT, ainsi que d'analyse et de synthèse pour des tâches de MANIPULATION;

3- une COORDINATION "oculo-manuelle" supérieure à la moyenne et de GRANDES HABILETES MANUELLES;

4- un fonctionnement "NON-VERBAL" supérieur à leur fonctionnement verbal;

5- une grande manifestation d'INITIATIVE et de débrouillardise POUR LES SUJETS QUI LES INTERESSENT.

Les enquêtes menées dans le milieu, auprès des enseignants associés au projet et des étudiants de 3ème et 4ème année en équipement motorisé - Polyvalente Pt-Viau, Chomedey - ont permis de confirmer la nature des carences d'apprentissage correspondant aux hypothèses émises préalablement.

Ces carences se situent spécialement au niveau de l'apprentissage des notions de base en électricité et en métrologie, ainsi que des concepts pré-requis.(*cf. Rapport Technique XII/PPMEP-18*)

2- CHOIX D'UN CADRE THEORIQUE DE RECHERCHE.

Le cadre théorique développé par GAGNE(1977), qui se situe à la pointe des connaissances actuelles en terme de théorie cognitive de l'apprentissage humain, tout autant que la théorie néo-piagetienne du développement heuristique de PAPERT(1981), permettent d'assumer que le coeur de la problématique d'APPRENTISSAGE des NOTIONS ABSTRAITES ou théoriques de base (*indispensables à toute acquisition utilisable et transférable des CONNAISSANCES, notamment celles pertinentes à une FORMATION PROFESSIONNELLE en Equipement Motorisé*) ne relève pas tant des caractéristiques de pensée concrète ou d'habiletés pratiques et de manipulation des étudiants concernés, mais bien plutôt de l'inadéquacité des approches et processus didactiques qui leur sont proposées pour l'acquisition de ces notions de base.

La DIDACTIQUE COURANTE, telle que pratiquée dans les écoles, voire à l'université, se fonde le plus souvent sur des prémices désuètes, sinon erronées, où l'apprentissage demeure isolé de la COMPREHENSION et où la vérification du savoir "*TRANSMIS*" est perçue en terme de "*MEMORISATION*" plutôt qu'en terme de "*SIGNIFICATION*" de connaissances "*ACQUISES*".

Les recherches récentes, dont le nombre s'accroît depuis 1975, aux E-U notamment, ont renforcé significativement la validité empirique des fondements de la THEORIE COGNITIVE de R.M.GAGNE, spécifiquement en ce qui touche les points suivants:

1- *les processus cognitifs sont définitivement CUMULATIFS et HIERARCHISES, ce qui implique la nécessité d'acquisition des niveaux cognitifs d'ordre moindre, indépendamment d'ailleurs de leur ordre, comme prérequis à toute acquisition d'ordre supérieur* (ce qui est en grande part convergent avec la théorie développementale de PIAGET);

2- les processus de TRANSFERT et de GENERALISATION ne sont aucunement liés à une spécificité de contenu cognitif, mais dépendent essentiellement de l'adéquacité des STRATEGIES COGNITIVES et des CONDITIONS INTERNES de motivation;

3- les comportements heuristiques de raisonnement et de solution de problèmes sont fondamentalement "RULE-GOVERNED", *c'est-à-dire dirigés par APPLICATION DE REGLES;*

4- le point nodal de l'apprentissage abstrait ou théorique se situe au niveau de l'acquisition de CONCEPTS DEFINIS, c'est-à-dire des concepts dont l'appréhension nécessite une définition verbale de type relationnel, à la différence du niveau de concept CONCRET, directement observable, dont l'appréhension se fait par discrimination perceptive globale.

De ce fait, tenant compte de la rigueur de ses fondements théoriques, de sa validation empirique adéquate, quoique récente, et de son caractère opératoire et didactique global, le modèle théorique de GAGNE (*Conditions of Learning, 1977*) présentait un cadre privilégié pour fonder nos hypothèses d'élaboration et d'expérimentation dans la salle de classe d'un MODELE ALGORITHMIQUE DIDACTIQUE pour l'apprentissage de CONCEPTS ABSTRAITS et leur TRANSFERT en situation concrète de résolution de problèmes relevant d'un domaine professionnel.

Dans le contexte notamment de l'Equipement Motorisé, il devrait permettre l'opérationnalisation d'un véritable PROCESSUS DIDACTIQUE CORRECTIF tenant compte des dimensions suivantes:

1- l'exigence imposée par des CONTENUS d'apprentissage très SPECIFIQUES et SPECIALISES et leur URGENCE d'acquisition, dans le cas concerné de la formation aux métiers du professionnel court, obligeant à une DEMARCHE SYSTEMATIQUE, rigoureusement prédstructurée, afin d'en respecter les délais;

2- les SPECIFICITES INDIVIDUELLES des carences cognitives préalables exigent une structure d'ANALYSE DIAGNOSTIQUE rigoureuse;

3- l'élaboration d'un PROCESSUS CORRECTIF spécifique permettant d'assurer les apprentissages requis, au niveau d'application requis, supposant un algorithme opérant définissant avec précision l'ensemble des EVENEMENTS d'apprentissage nécessaires, ainsi que les CONDITIONS permettant l'efficience optimale d'apprentissage.

Par ailleurs, le modèle didactique rigoureux que permettaient de construire les approches systématiques de Gagné (*GAGNE,R.M., 1977; GAGNE,R.M.,& BRIGGS,L.J.,1974*) et de Markle/Tiemann (*MARKLE,S.M.,1978*), *fondées sur les principes du DESIGN EDUCATIF (Instructional Design en américain: ANDERSON,R.C.,& FAUST,G.W.,1974; GAGNE,R.M.,1974; MERRILL,M.D.,1971; THIAGARAJAN,S.,1971*), suggèraient l'INTERET EVIDENT et les AVANTAGES de l'UTILISATION DU MICRO-ORDINATEUR comme médium de support didactique facilitant son opérationnalisation, en raison même de sa complexité apparente, qui en a jusqu'à présent limité l'application à des spécialistes:

1- l'informatisation du MODELE offre l'avantage évident de sauvegarder un temps et des sommes énormes, autrement nécessaires pour assurer une formation didactique suffisante des maîtres du professionnel (une formation sera sans doute utile, mais bien moins onéreuse en ressources, puisque le modèle informatisé pourrait également servir à faciliter cette formation, de façon pratique);

2- l'ordinateur peut, et c'est sans doute le seul médium d'apprentissage qui puisse le faire de façon inconditionnelle et toujours rigoureuse, guider systématiquement l'étudiant à travers un processus spécifique d'apprentissage, à la seule condition d'être programmé avec l'algorithme adéquat;

3- il peut permettre à chaque étudiant de poursuivre seul ou avec un pair la démarche d'apprentissage spécifique aux carences cognitives diagnostiquées, sans grever indûment le temps que le maître peut consacrer à chacun ou au groupe-classe;

4- il peut même être programmé pour guider interactivement l'étudiant dans son propre auto-diagnostic cognitif, ce qui présente un indubitable avantage en terme de motivation, de prise de conscience effective et de temps imparti pour l'enseignant;

5- le micro-ordinateur peut non seulement assurer, sans fatigue ni humeur, les répétitions nécessaires, mais encore générer un nombre considérable d'exemples, d'exercices ou de tests relatifs à la notion à acquérir, et ce d'une façon aléatoire non permise avec d'autres media;

6- il constitue un puissant moyen de réactivation de la motivation, en obligeant l'étudiant à atteindre au moins le niveau de maîtrise requis dans chaque phase d'apprentissage, lui permettant ainsi de remporter des succès petits mais cumulatifs;

7- il autorise une rétroaction immédiate, constituant à la fois un outil d'évaluation formative continue et un stimulus de renforcement constant;

8- enfin, le modèle informatisé permettra, ultérieurement à sa validation expérimentale, de GENERER adéquatement et avec rigueur l'ENSEMBLE DES MODULES MATERIELS couvrant tous les CONCEPTS FONDAMENTAUX recensés à l'occasion de la recherche, et de les RENDRE ACCESSIBLES facilement aux étudiants.

B - PROBLEMATIQUE EXPERIMENTALE

1. LE PROBLEME THEORIQUE

Le problème fondamental à l'origine des difficultés si souvent rencontrées dans l'apprentissage ou l'enseignement de concepts réside avant tout dans une confusion théorique entre deux types d'apprentissage différenciés par l'ensemble des typologies récentes de l'apprentissage (*GAGNE, 1970; MARKLE/TIEMANN, 1973; MERRILL, 1974*), c'est-à-dire l'apprentissage de concept et celui d'information verbale (*GAGNE, 1977*). Dans les faits, la mémorisation "*par-coeur*" d'une définition de concept, ou encore le rappel d'exemples appris de celui-ci, sont privilégiés plutôt que la "*Compréhension*" réelle du concept. C'est cela même que dénonçait déjà DICKENS en 1854:

> *"Mr. Gradgrind, le magnat de la ville et protecteur de l'école, demanda à une élève, Sissy Jupes, de définir un cheval. Sissy ne pouvait le faire bien que sa connaissance des chevaux, générique autant que spécifique, s'étendisse aussi loin que peut porter la mémoire; familière qu'elle était avec la forme et la nourriture, les possibilités et habitus et toutes choses concernant le cheval; connaissant cela à travers la perception de plusieurs de ses sens."*

"Le jeune Bitzer ne connaissait rien d'autre au sujet des chevaux que d'en avoir vu dans la rue, mais il présenta cette définition formelle d'un cheval et reçut l'approbation de Mr. Gradgrind:

Quadrupède, herbivore. Quarante dents, notamment vingt-quatre molaires, quatre canines et douze incisives. Change de robe au printemps; en contrée marécageuse, change de sabots aussi. Sabots durs, mais requérant d'être habillés de fers. Age connu par les marques dans la bouche."

(Dickens, 1854, in "Hard Times", p.173)

Cependant, à quoi tient le fait que l'incorporation d'une quantité croissante d'objectifs "*conceptuels*" dans les curriculae scolaires - généralement fondés sur la classification typologique de BLOOM et al.(1956) - n'ait en rien atténué les carences profondes d'apprentissage conceptuel, chez les étudiants de tous niveaux?

D'une part, une des causes du problème, mise notamment en lumière par MERRILL/BOUTWELL(1973), est que la détermination d'un objectif d'apprentissage conceptuel n'implique pas nécessairement que l'enseignement dispensé mène effectivement à une acquisition de niveau conceptuel, c'est-à-dire en termes de CLASSIFICATION, plutôt que de simple MEMORISATION.

D'autre part, ainsi que le soulignent TIEMANN & MARKLE (1974), une cause aussi importante réside dans l'adhésion relativement générale et inconditionnelle des modèles de design et de développement éducationnel aux principes du béhaviorisme classique (*GLASER, 1965, 1966; BRIGGS, 1971; POPHAM /BACKER, 1970; GERLACH/ELY, 1971; KEMP, 1971; MERRILL, 1971a*).

Pour la psychologie béhavioriste, l'évidence d'un apprentissage ne peut être considérée qu'à travers des "*comportements observables et mesurables*" chez l'étudiant.

De ce fait, la notion de "*compréhension*" - impliquée par les apprentissages cognitifs de niveau supérieur et principalement étudiée par les chercheurs gestaltistes - a été longtemps perçue comme "*non-respectable*", du fait qu'elle était apparemment complexe à observer et à mesurer en termes comportementaux.

L'obstination des chercheurs béhavioristes (*du moins jusqu'à STAATS - 1975*) à refuser tout apport de la psychologie "*cognitiviste*" n'a eu comme effet que d'occulter de nombreuses années les progrès de la recherche sur l'apprentissage.

Notamment, ce qui découlait logiquement des travaux de BRUNER,GOODNOW et AUSTIN(1956), ainsi que des autres chercheurs ne limitant pas leurs prémices théoriques de l'apprentissage au seul mécanisme S-R (*Stimulus-Réponse*), demeura hors d'accès pour la plupart des technologues de l'éducation. La conséquence majeure en a été une grande pauvreté de la recherche effective sur l'apprentissage conceptuel - autant que sur d'autres types d'apprentissage cognitif de niveau supérieur (*règles, solution de problème*) - jusqu' aux années "*70*" (*MARKLE/TIEMANN,1969, 1974;MERRILL /BOUTWELL, 1973;SCANDURA,1972*).

MERRILL/BOUTWELL(1973) soulignent le fait que la majorité des recherches sur l'apprentissage conceptuel - telles que recensées par ANDERSON(1967), GAGNE/ROHWER(1969) ou GLASER/RESNICK(1972) - concernent, en fait, seulement le rappel de mémorisation, et non la "*compréhension*" effective d'un concept.

MARKLE/TIEMANN(1974) rapportent toutefois plusieurs "*études-clés*" ayant exploré les "*conditions sous lesquelles l'apprentissage de concepts a lieu*" (*ANDERSON/KULHAVY,1972; MARKLE/TIEMANN,1969;ANDERSON,1972;ENGELMANN,1969*): la "*compréhension réelle*" d'un concept peut être définie préci-

sément, en terme de mesure comportementale des deux types d'habiletés intellectuelles la démontrant, à savoir la DISCRIMINATION et la GENERALISATION.

Un certain nombre de recherches relativement récentes ont confirmé les hypothèses émises par les chercheurs cognitivistes - dans la lignée d'AUSUBEL(1968) ou de GAGNE(1965) - concernant l'enseignement de concepts, notamment TENNYSON /WOOLEY/MERRILL(1972), MARKLE/TIEMANN(1972), CLARK(1971), MERRILL/TENNYSON(1972a/b), THIAGARAJAN(1972).

Il demeure qu'un travail considérable reste à faire pour en assurer la consolidation empirique et faciliter les changements d'attitude nécessaires à l'application des principes didactiques et docimologiques qui en découlent, dans la pratique d'enseignement et de développement de matériel éducatif.

2. LE PROBLEME DIDACTIQUE

Ainsi qu'il vient d'être vu, l'étude des comportements explicites indiquant l'acquisition ou la maîtrise d'un concept - c'est-à-dire, selon MARKLE/TIEMANN(1969), "*sa compréhension réelle*" - est relativement récente. La pratique encore courante, voulant que l'étudiant montre cette compré-

hension d'un concept en "*énonçant la définition du concept*" ou en la "*reformulant dans ses propres mots*", est pour le moins inadéquate, ainsi qu'il ressort déjà des constatations de GILBERT(1962). GAGNE(1970), MARKLE/TIEMANN(1969), ENGELMANN(1969) et MERRILL/BOUTWELL(1973) confirment le fait qu'un simple ENONCE de la définition d'un concept ne peut démontrer autre chose que la MEMORISATION de celle-ci. Selon MECHNER(1967), ainsi que GAGNE(1965,1970), la maîtrise d'un concept est démontrée par les deux habiletés suivantes:

. *celle de GENERALISER à des instances ou EXEMPLES du concept;*

. *celle de DISCRIMINER des non-instances ou NON-EXEMPLES du concept.*

MARKLE/TIEMANN (1969,1971) font ressortir le fait que la GENERALISATION implique une situation nouvelle, c'est-à-dire des exemples NON appris ou rencontrés durant l'instruction. Les études classiques de laboratoire négligent ou rejettent l'importance des "*non-exemples*" dans l'apprentissage conceptuel (*BRUNER,1966;CLARK,1971*). Toutefois, ENGELMANN(1969) et MARKLE/TIEMANN(1969,1971) en recommandent fortement l'utilisation, en vue d'assurer la DISCRIMINATION dans l'acquisition conceptuelle. L'importance des "*non-exemples*" pour assurer l'habileté de discrimination dans un concept est confirmée par plusieurs recherches expérimentales sur l'acquisition conceptuelle: THIAGARAJAN(1971),

MARKLE/TIEMANN(1972), TENNYSON/WOOLEY/MERRILL(1972).

Nous analysons plus en détail dans la revue des écrits (*cf. Rapport Expérimental III, chap.2*) les implications didactiques et de design qui découlent des études citées, mais il reste d'abord un certain nombre de points non encore résolus dans l'état actuel de la recherche, touchant le domaine qui nous intéresse et que nous devons donc considérer.

Si le modèle didactique de MARKLE(1978) a déjà reçu une certaine validation empirique (*MERRILL,1972,1977; TENNYSON, 1981; etc..*), la plupart des recherches connues ont porté jusqu'à maintenant surtout sur des concepts isolés (*Morphème, Mètre trochaique, Bactérie*) et des clientèles relativement restreintes - notamment au secondaire avancé et au collégial. Or, dans la réalité scolaire, comme dans la réalité tout court, les concepts ne sont généralement pas isolés mais inclus dans des réseaux conceptuels, couvrant un domaine de connaissance spécifique (*TIEMANN/MARKLE,1983*).

MARKLE(1972,1978) propose l'hypothèse qu'il y a avantage à apprendre de façon "*associée*" des concepts présentant des caractéristiques communes telles qu'il y ait des risques de confusion (*i.e.: poids/masse; direction /sens; circuit parallèle/circuit série*).

De plus, MERRILL(1972,1977) souligne l'importance d'expliciter les relations inter-conceptuelles, en vue d'assurer le "*transfert*" d'apprentissage au niveau supérieur de classification.

Toutefois, il y a encore une grande pénurie de recherches portant sur l'efficience de la procédure de classification de MERRILL/TENNYSON(1977), dans le cas où plusieurs concepts "*associés*" sont concernés, ou sur l'impact de l'explication des relations inter-conceptuelles (MARKLE,1977; TIEMANN/MARKLE,1983) sur les acquisitions de transfert conceptuel, malgré les indications fournies pour le design de telles procédures (*TIEMANN/MARKLE,1983;MERRILL/TENNYSON,1977*).

3. LES QUESTIONS DE RECHERCHE

Dans le cadre de cette problématique, les questions spécifiques de recherche que pose la présente étude, et pour lesquelles elle vise à apporter un élément de réponse, sont les suivantes:

1- *Le modèle cognitiviste d'enseignement conceptuel (DCC), développé par Markle & Tiemann depuis 1969, est-il DIRECTEMENT UTILISABLE, dans des situations d'apprentissage "face-à-face", par les enseignants en exercice, dans le contexte actuel de formation de ceux-ci et d'organisation du milieu scolaire, au Québec?; ou au contraire, est-on JUSTIFIE de préférer à cette utilisation "face-à-face" une forme "programmée" et médiatisée?*

2- *L'efficacité didactique du modèle, telle qu' elle a été établie par plusieurs recherches, notamment en ce qui concerne l'apprentissage de concepts "associés"(1), avec des clientèles privilégiées - ou ne présentant en tout cas pas de problèmes académiques particuliers - est-elle TRANSFERABLE à des clientèles spécifiquement identifiées comme problématiques en termes d'acquisitions de cette nature?*

3- *L'efficacité didactique du modèle n'a été établie, à travers de multiples recherches, qu'avec des clientèles "novices" - c'est-à-dire n'ayant pas de connaissances préalables du domaine d'apprentissage - En conséquence, le niveau d'acquisition assuré par le modèle est-il EQUIVALENT avec des clientèles ayant une connaissance PREALABLE relative du domaine?*

4- *L'efficacité relative des diverses procédures de présentation didactique de concepts associés - notamment les procédures "dissociée"(2) et "jumelée"(3) - peut-elle être CONFIRMEE en ce qui concerne les clientèles spécifiques identifiées (cf. §2 et §3)?*

5- *Ces procédures de présentation ont-elles un IMPACT DIFFERENT en fonction de la clientèle ("néophyte" ou "avec des connaissances préalables" du domaine) ou en fonction des concepts composants concernés?*

6- *L'adjonction à la procédure "dissociée" classique de Tiemann/Markle d'une procédure de "transfert"(4) - mettant en évidence les éléments de différenciation et de convergence des concepts associés - PERMET-ELLE UNE ACQUISITION SUPERIEURE, ou du moins égale, à la procédure "jumelée", suivant la clientèle ou un concept "associé" spécifique?*

(1) à (4)- voir les définitions originales dans le lexique.

7- *L'une ou l'autre des procédures choisies FAVORISE-t-elle, ou non, un type spécifique d'erreurs systématiques - sous-généralisation, sur-généralisation ou confusion - en fonction de la clientèle ou d'un concept "associé" spécifiques?*

La première de ces questions est d'ordre méthodologique, et est développée dans le chapître sur la méthodologie et les procédures expérimentales (*Rapport Expérimental III, chap. 4*).

Les autres questions fondent les hypothèses spécifiques de recherche définies (*au chapître trois du rapport précité*) et testées lors de l'expérimentation.

* * * * *

CHAPITRE C

OBJECTIFS

Dans ce chapître, les divers objectifs visés par ce projet de recherche sont présentés, relativement aux deux phases couvertes par le présent rapport (Janvier 1983 à Septembre 1984).

Les buts généraux poursuivis par le projet et les objectifs prévus à l'origine, pour chacune des deux phases concernées, sont seuls présentés dans ce chapître; l'évaluation de l'atteinte de ces objectifs et buts est présentée dans le chapître sur les "conclusions" du rapport.

* * *

1. BUTS POURSUIVIS PAR LE PROJET
(précisions sur les améliorations escomptées)

Le but fondamental poursuivi par ce projet était de générer, expérimenter et valider un MODELE DIDACTIQUE systématique, généralisable et transférable à tout DOMAINE d'APPRENTISSAGE TECHNOLOGIQUE, et de développer un système tutoriel intelligent sur micro-ordinateur permettant, pour TOUT étudiant du professionnel court:

1- *d'acquérir des CONCEPTS ABSTRAITS fondamentaux, dans le cadre d'une FORMATION en Equipement Motorisé;*

2- *de diagnostiquer ses CARENCES COGNITIVES liées aux acquis préalables nécessaires;*

3- *d'établir la prescription CORRECTIVE adéquate pour y remédier;*

4- *de développer ses STRATEGIES de généralisation et de transfert de ces acquis conceptuels dans des SITUATIONS CONCRETES touchant le domaine professionnel de formation ou d'autres applications de la vie courante.*

2. OBJECTIFS POUR LA PHASE I

Dans la phase initiale, cinq mois, qui se caractérisait comme phase d'analyse et de structuration, ainsi que durant

la période restante de la phase I (Mai 1983 à Mars 1984) l'équipe de recherche s'est attachée à:

1- recenser l'ensemble des CONCEPTS fondamentaux et pertinents à une FORMATION DE BASE en Equipement Motorisé;

2- inventorier auprès des enseignants et des étudiants, les CONCEPTS-CLES et les domaines présentant les DIFFICULTES D'APPRENTISSAGE les plus probables et les plus profondes;

3- élaborer et mettre au point un MODELE ALGORITHMIQUE devant permettre le DIAGNOSTIC des carences cognitives préalables et les PRESCRIPTION DIDACTIQUES appropriées pour chaque étudiant et chaque concept spécifiques;

4- générer des ANALYSES et des MODULES DIDACTIQUES pour les CONCEPTS SELECTIONNES (entre 3 et 5) en vue de l'expérimentation.

5- développer les DIDACTICIELS correspondant sur MICRO-ORDINATEUR, en vue de leur expérimentation en CLASSE, avec des élèves du secteur professionnel court;

3. OBJECTIFS POUR LA PHASE II

Dans la seconde phase (*Mars 1983 à Septembre 1984*), qui constituait essentiellement la phase expérimentale, nous nous sommes attachés à:

1- expérimenter le MODELE, en utilisant les MODULES développés, auprès de quatre GROUPES-CLASSE de la Polyvalente Pt-Vieu (dont 2 en équipement motorisé et 2 en électro-technique);

2- déterminer, en fonction des résultats expérimentaux, les STRATEGIES d'AMELIORATION, de DEVELOPPEMENT, d'APPLICATION et de GENERALISATION du MODELE pour une FORMATION PROFESSIONNELLE de base adaptable à l'ensemble des étudiants du secteur PROFESSIONNEL.

Les améliorations escomptées étaient les suivantes:

1- en ce qui concerne le MODELE DIDACTIQUE:

. la possibilité pour TOUT étudiant d'apprendre les CONCEPTS ABSTRAITS pertinents à sa formation;

. l'analyse et la structuration rigoureuses des CONTENUS d'apprentissage en Equipement Motorisé;

. la possibilité de DIAGNOSTIC systématique des CARENCES COGNITIVES à corriger;

. la systématisation des PROCESSUS CORRECTIFS permettant de garantir des apprentissages signifiants et transférables.

2- en ce qui concerne l'utilisation du MICRO-ORDINATEUR:

. l'amélioration et l'accélération des processus d'apprentissage;

. la réactivation et le renforcement de la motivation cognitive (nouveauté, respect du rythme individuel, rétroaction immédiate et continue, etc..);

. les possibilités d'auto-diagnostic par l'étudiant de ses carences cognitives préalables et d'élaboration individualisée et rapide du cheminement didactique requis;

. l'impact facilitant d'une micro-gradation automatique des tâches, d'un renforcement immédiat, et d'une évaluation formative continue;

. la génération d'exemples et exercices avec des variations quasi-illimitées et aléatoires;

. la possibilité de simulations interactives;

. l'impact de l'aide apportée au maître en termes de temps libéré pour des interventions plus personnalisées, avec une meilleure efficacité didactique et une meilleure organisation pédagogique.

De plus, des retombées importantes étaient prévisibles, en ce qui concerne le rôle du maître: valorisation des tâches de communication pédagogique, suppression du stress lié à des répétitions multiples et fastidieuses, diminution des problèmes disciplinaires souvent consécutifs au découragement des élèves ayant du mal à comprendre, etc..

4. GENRE DE PRODUCTIONS
(rôle dans la solution du problème - matériel d'apprentissage scolaire, guide de l'enseignement, rapport, etc..)

DEBUT DE LA PHASE UN *(jan. 83-mai 83)*:

*1- **CATALOGUE général des CONCEPTS FONDAMENTAUX** en Equipement Motorisé, en fonction de leur pertinence en relation à une FORMATION DE BASE au niveau secondaire;*

*2- **RAPPORT D'ENQUETE** dans le milieu sur l'identification des concepts présentant les plus hauts risques de DIFFICULTES D'APPRENTISSAGE chez une clientèle du professionnel court;*

*3- **MODELE ALGORITHMIQUE** pour l'ANALYSE systématique des TACHES d'apprentissage de concepts abstraits, le DIAGNOSTIC des CARENCES préalables, la détermination des EVENEMENTS et des CONDITIONS OPTIMALES d'APPRENTISSAGE et de TRANSFERT;*

FIN DE LA PHASE UN (*juin 83-mars 84*):

4- ***LOGICIEL INTERACTIF*** *sur micro-ordinateur avec modules d'auto-diagnostic, de génération aléatoire d'exemples et exercices correctifs, en vue d'opérationnaliser le modèle* (concepts sélectionnés dans le profil professionnel d'expérimentation);

5- ***GUIDES PEDAGOGIQUES EXPERIMENTAUX D'UTILISATION*** *pour les maîtres et les étudiants;*

PHASE DEUX (*avril 84-septembre 84*):

6- ***RAPPORT D'EXPERIMENTATION*** *et directives prévisionnelles en vue d'une application généralisée du modèle testé à l'ensemble des profils d'enseignement professionnel;*

7- ***GUIDE DIDACTIQUE TUTORIAL*** *pour le support au développement de nouveaux MODULES CONCEPTUELS* (visant à permettre à des enseignants ayant reçu un entraînement minimal adéquat de générer le matériel didactique pertinent pour les divers concepts technologiques du catalogue ou tout autre concept abstrait).

* * * * *

CHAPITRE D

METHODOLOGIES

Ce chapître décrit, de façon globale, les diverses méthodologies utilisées pour mener à bien les différents aspects du projet de recherche.

La méthodologie générale appliquée par l'équipe de recherche se répartit en quatre dimensions principales:

1- ***utilisation d'un EXPERT en Equipement Motorisé*** *pour la recherche conceptuelle préliminaire et la réalisation d'une ENQUETE dans le MILIEU pour l'identification des concepts problématiques;*

2- ***utilisation de la THEORIE COGNITIVE DE GAGNE*** *et Al. et des procédures de design développées par MARKLE/TIEMANN, TENNYSON, THIAGARAJAN et al., comme cadre de référence pour l'élaboration du MODELE DIDACTIQUE CONCEPTUEL;*

3- ***références théoriques aux techniques d'inteligence artificielle et de développement de "systèmes-experts"***, *pour la conception du DIDACTICIEL sur MICRO-ORDINATEUR;*

4- ***développement d'un schème expérimental du type "pré-post test" et de procédures didactiques différenciées*** *pour l'EXPERIMENTATION DU MODELE INFORMATISE.*

* * *

1. **DESCRIPTION DE L'APPROCHE THEORIQUE** (*au niveau de l'identification des CONCEPTS FONDAMENTAUX*):

1- recherche exhaustive, par un spécialiste du domaine, de l'ensemble des concepts jugés fondamentaux pour une formation de base en Equipement Motorisé;

2- élaboration, administration et analyse d'un questionnaire pour les enseignants et étudiants du domaine, sur les concepts abstraits présentant les plus hauts taux de difficultés d'apprentissage.

Durant la seconde phase du projet, il a été prévu d'adjoindre 3 étudiants finissants en Ingénierie, qui devaient travailler en étroite collaboration avec l'ingénieur et le didacticien, afin d'élaborer et valider les définitions technologiques d'un plus grand nombre de concepts de base. (*voir le Rapport Technique n° V pour une description détaillée*)

2- **DESCRIPTION DE L'APPROCHE THEORIQUE** (*au niveau de l'élaboration du MODELE DIDACTIQUE*):

Pour l'élaboration du MODELE DIDACTIQUE D'ACQUISITION DE CONCEPTS ABSTRAITS & DE LEUR TRANSFERT EN SITUATIONS CONCRETES DE SOLUTION DE PROBLEMES, le cadre théorique de référence choisi était celui de GAGNE(1977), MERRILL(1980),

TENNYSON(1980), TIEMANN & MARKLE(1977), qui permet notamment de (*voir le Rapport Technique n° VI pour une description détaillée*):

1- *systématiser l'ANALYSE DE TACHES D'APPRENTISSAGE* (prérequis; catégories de résultats d'apprentissage; conditions d'apprentissage requises; description des sous-tâches);

2- développer les procédures d'apprentissage (évènements et phases d'appentissage; conditions externes et internes requises; etc..);

3- *structurer les tests d'acquisition des habiletés intellectuelles et des stratégies cognitives mises en oeuvre;*

4- *identifier les carences cognitives préalables et établir les procédures correctives en découlant.*

3- **DESCRIPTION DE L'APPROCHE THEORIQUE** (***au niveau du développement du DIDACTICIEL***):

En ce qui concerne le développement du DIDACTICIEL (*logiciel didactique micro-informatisé*), il est tenu compte des recommandations théoriques faites par Gagné lui-même (*GAGNE, 1981*), mais également des données sur l'E.A.O. (*Enseignement Assisté par Ordinateur*) d'EISELE(1978), LOWER (1980), RUDNIK(1979).

Dans une première phase, les trois modes principaux d'E.A.O. (*tutoriel à branchement, simulation et pratique d'exercices*) furent envisagés, suivant les phases d'apprentissage concernées.

Les principes de programmation structurée, de modularisation, d'interactivité et de récursivité furent respectés, afin d'assurer d'une part l'efficience du didacticiel, d'autre part sa transportabilité et la facilité de développement de modules thématiques par des enseignants (*spécialistes du contenu*), sans nécessité d'une formation informatique préalable (*ce qui facilitera grandement l'application généralisée du modèle ultérieurement*).

Dans une deuxième phase, il fut tenu compte des recherches en intelligence artificielle (*CARBONELL, 1970; COLLINS & AL., 1977, 78; BURTON & BROWN, 1976, 79; CLANCEY, 1979*) et des travaux de TENNYSON(1980) et PARK(1981,82).

Le choix de se diriger vers un système d'intelligence artificielle était rendu nécessaire par la complexité du modèle didactique, en vue d'obtenir des procédures fines de diagnostic et des processus de génération d'exemples et non-exemples pour l'acquisition de concepts. (*voir le Rapport Technique n° IV pour une description détaillée*).

4- **DESCRIPTION DE L'APPROCHE THEORIQUE** (***au niveau de l'expérimentation du modèle***):

Enfin, au niveau de l'expérimentation du modèle, le schème expérimental choisi est du type croisé (*cross-experimental design*), permettant de controler à la fois les niveaux d'entrée et de sortie, avec pré/post-test unique et sans les inconvénients majeurs pour la clientèle expérimentale des groupes-témoins (*Glass, 1976; Stolovitch, 1980*). (*voir le Rapport Expérimental n° III pour une description détaillée de cette méthodologie expérimentale*).

* * * * *

PARTIE II

Cette seconde partie de ce rapport de recherche traite de la planification initiale du projet, du déroulement effectif des travaux et fournit une description sommaire des productions et études annexes réalisées par l'équipe de recherche au cours du projet. Elle comporte les chapîtres suivants:

A. Planification des travaux 41

B. Déroulement des travaux 46

C. Productions & études annexes. 54

* * *

CHAPITRE A

PLANIFICATION ORIGINALE DES TRAVAUX

Ce chapître présente le PROJET DE PLAN DE TRAVAIL POUR LA RECHERCHE SUR L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES EN EQUIPEMENT MOTORISE AU PROFESSIONNEL COURT, dans sa forme initiale. Il est à noter que le découpage des phases originales du projet ne correspondent pas rigoureusement aux phases, telles que redécoupées pour le présent rapport (*notamment la phase II que nous réservons maintenant à la démarche d'expérimentation du premier prototype - SOCRATIX-0.1*).

* * *

1. ETAPES & CALENDRIER GENERAL

* **PHASE UN**: Analyses et Travaux préliminaires
(1ère subvention: Janvier-Mai 1983)

- **IDENTIFICATION DES CONCEPTS-CLES** dans le domaine de la formation de base en Equipement Motorisé:
(janvier 83 - mai 83)

. *récension critique des CONCEPTS pertinents;*

. *questionnaire d'identification des concepts perçus par les étudiants comme les plus difficiles à acquérir (construction, administration, traitement statistique): jan-mars 83;*

. *sélection des concepts-expérimentaux (entre 3 et 5): mars 83;*

. *constitution d'un fichier didactique de concepts technologiques.*

- **ELABORATION DU MODELE DIDACTIQUE**:
(jan. 83 - mars 83)

. *structuration théorique du modèle (revue de la littérature de recherche: jan-fév. 83;*

. *préparation des grilles d'analyse de concepts, de hiérarchies cognitives, de définition des évènements d'apprentissage et des conditions d'apprentissage: fév-mars 83;*

- **DEVELOPPEMENT DES MODULES EXPERIMENTAUX**:
(mars - mai 83)

. *analyses des CONCEPTS FINAUX et des contenus spécifiques d'apprentissage;*

. établissement des conditions et évènements d'apprentissage de chaque sous-concept et des hiérarchies cognitives;

. construction des tests critériés et des procédures de diagnostic;

. rédaction des guides expérimentaux (maîtres et élèves).

* **PHASE DEUX**: Développement et Expérimentation
(juin 83 - mai 84)

- **CREATION DU DIDACTICIEL MICRO-INFORMATIQUE**:
(juin - août 83)

. sélection des modes informatiques de support (tutorial, simulationnel ou exerciciel) en fonction des phases d'apprentissage: juin 83;

. définition des caractéristiques du logiciel-cadre;

. sélection du langage de programmation;

. développement de la structure modulaire et des algorithmes de programmation;

. entrée des contenus modulaires.

- **EXPERIMENTATION DANS LE MILIEU**:
(septembre 83 - décembre 83)

. formation et échantillonnage des groupes: (septembre 83);

. expérimentation avec les différentes procédures sur micro-ordinateur des CONCEPTS expérimentaux, dans chacun des groupes (octobre - décembre 83).

- **ANALYSES & TRAVAUX POST-EXPERIMENTAUX**:
(janvier - mai 84)

. *analyse des données expérimentales;*

. *rédaction du rapport de recherche;*

. *révisions au modèle (si nécessaire);*

. *élaboration du GUIDE DIDACTIQUE pour le développement de nouveaux modules et leur mise en forme sur micro-ordinateur: (mars - mai 84).*

2. PRODUCTIONS PREVUES

Les productions initialement envisagées, relativement au projet de recherche, sont ici répertoriées et réparties par phase opératoire.

* PRODUCTIONS DE LA PHASE UN
(pour Mai 83)

- ***FICHIER général des CONCEPTS FONDAMENTAUX en Equipement Motorisé*** *en fonction de leur pertinence en relation à une FORMATION DE BASE au niveau secondaire;*

- ***RAPPORT D'ENQUETE*** *dans le milieu sur l'identification des concepts présentant les plus hauts risques de DIFFICULTES D'APPRENTISSAGE chez une clientèle du professionnel court;*

- ***MODELE ALGORITHMIQUE*** *pour l'ANALYSE systématique des CONCEPTS d'apprentissage de concepts abstraits, le DIAGNOSTIC des CARENCES préalables, la détermination des EVENEMENTS et des CONDITIONS OPTIMALES d'APPRENTISSAGE et de TRANSFERT;*

- ***RECUEIL BIBLIOGRAPHIQUE & DOCUMENTAIRE***.

* **PRODUCTIONS DE LA PHASE DEUX**
(*Juin 83- Mai 84*)

- ***LOGICIEL INTERACTIF*** *sur micro-ordinateur avec modules d'auto-diagnostic, de génération aléatoire d'exemples et exercices correctifs, en vue d'opérationnaliser le modèle (concepts sélectionnés dans le profil professionnel d'expérimentation);*

- ***GUIDES PEDAGOGIQUES EXPERIMENTAUX D'UTILISATION*** *pour les maîtres et les étudiants;*

- ***RAPPORT D'EXPERIMENTATION*** *et directives prévisionnelles en vue d'une application généralisée du modèle testé à l'ensemble des profils d'enseignement professionnel;*

- ***GUIDE DIDACTIQUE TUTORIAL*** *pour le support au développement de nouveaux MODULES CONCEPTUELS (visant à permettre à des enseignants ayant reçu un entrainement minimal adéquat de générer le matériel didactique pertinent pour les divers concepts technologiques du catalogue ou tout autre concept abstrait).*

* * * * *

CHAPITRE B

DEROULEMENT EFFECTIF DES TRAVAUX

Dans ce chapître, le déroulement effectif des travaux de l'équipe de recherche sera abordé, spécialement en ce qui concerne les changements ayant dûs être apportés en cours de démarche, soit en termes de temps, soit de contenus ou de méthodologies, pour les travaux planifiés dans les deux premières phases de ce projet.

Parmi ces travaux prévus, suivant la planification des étapes et le calendrier général, seul le MODELE DIDACTIQUE CONCEPTUEL (*M.D.C.*) a pû être élaboré au cours de la période initiale (*de démarrage*) du projet. Cette période, qui n'a été en réalité que de quatre mois (*Février-Mai 1983*), du fait du retard initial dans la confirmation d'acceptation officielle du projet, fut caractérisée par l'ensemble de points qui suivent:

1- nécessité de sensibiliser aux théories cognitivistes de l'apprentissage, qu'ils ou elle ne connaissaient pas, la plupart des membres de l'équipe (Ingénieur, Informaticien, Responsable du milieu et enseignants

affiliés, Documentaliste), ainsi que de leur dispenser une formation minimale de base du domaine, en vue d'assurer une participation ultérieure effective aux divers travaux conjoints;

2- obligation, pour le responsable du modèle didactique, d'effectuer un nombre non négligeable de travaux de traductions, du fait que la presque totalité de la documentation disponible était en anglo-américain et que plusieurs membres, tant de l'équipe de recherche que du milieu scolaire, avaient une compréhension très problématique ou nulle de cette langue;

* (il fut même constaté que des personnes considérées comme parfaitement "bilingues", du moins oralement, n'avaient finalement pas accès à des textes théoriques fondamentaux, du fait de leur incompréhension totale des termes spécifiques au domaine);

3- délais très longs pour la livraison du matériel informatique affecté au projet (APPLE/2E & imprimante) et difficulté à obtenir les logiciels indispensables (systèmes d'exploitation & langages de programmation et de gestion des données);

* * *

Le déroulement global de chacun des travaux planifiés est maintenant présenté.

1. IDENTIFICATION DES CONCEPTS-CLES dans le domaine de la formation de base en Equipement Motorisé:

Ce travail a pu être finalisé en novembre 1983, en ce qui concerne les points suivants:

1- la recension des domaines conceptuels en équipement motorisé; (mai 1983)

2- l'enquête auprès du milieu pour l'identification des domaines de carences conceptuelles et de difficultés d'enseignement ou d'apprentissage particulières (cf. Rapport Technique n° XII);

3- la sélection des concepts expérimentaux (les types de circuits électriques);

Par contre, la constitution du "*fichier didactique de concepts technologiques*" a nécessité à la fois un travail bien plus considérable et plus long que prévu, et l'appel à des ressources élargies d'EXPERTS-MATIERES.

Les ingénieurs, malgré une qualification certainement non questionnable de la matière à analyser, ont démontré le même genre de difficultés à "*formaliser*" les "*contenus conceptuels*" que les enseignants du professionnel, dont la maîtrise de ces mêmes matières est souvent mise en doute.

A ce sujet, l'opinion fut émise, lors d'une rencontre avec des "*experts-matières*" universitaires de différentes disciplines, qu'une telle difficulté serait probablement supprimée en faisant appel à des ingénieurs de 2ème cycle, plutôt que de 1er cycle (*comme ce fut le cas pour le présent projet*). Cela paraît, a priori, logique, mais les constatations empiriques faites par l'équipe, lors de consultations auprès de spécialistes avérés de technologies de pointe (*notamment en électronique*), en infirment largement la probabilité effective.

2. ELABORATION DU MODELE DIDACTIQUE:

Comme mentionné plus haut, l'élaboration du MODELE DIDACTIQUE CONCEPTUEL a été la seule étape de travail planifiée ayant pu être finalisée dans les délais prévus à l'origine. Cela ne constitue cependant pas, en soi, un phénomène inexplicable, ni même une sorte d'exploit. L'équipe disposait, en effet, d'un chercheur se spécialisant depuis plusieurs années dans le domaine des "*théories cognitives de l'apprentissage*" et d'un autre ayant une connaissance déjà ancienne des travaux de Markle & Tiemann. De plus, l'ensemble des principales recherches préliminaires de documentation avaient été menées sur les principales banques de données mondiales, par les initiateurs du projet, dès octobre 1982.

L'essentiel des fondements théoriques sur lesquels repose le présent projet de recherche étant lié à l'élaboration de ce modèle didactique, il importait, pour le moins, d'en étudier la "*faisabilité*" préalable.

3. DEVELOPPEMENT DES MODULES EXPERIMENTAUX:

Cette étape des travaux était étroitement associée, en termes de développement, à de multiples activités préalables ou connexes, hormis celle du modèle didactique. Parmi celles-ci se trouvaient:

1- les RESULTATS de l'enquête sur les besoins prioritaires d'apprentissage conceptuel;

2- la SELECTION des concepts-expérimentaux;

3- l'analyse valide de ces concepts & l'élaboration des "séries rationnelles" s'y rapportant.

4. CREATION DU DIDACTICIEL MICRO-INFORMATIQUE:

Cette activité, qui représente avec l'élaboration du "*modèle didactique conceptuel*" l'un des points majeurs du présent projet, constituait sans doute le réel défi, du fait des spécificités suivantes:

1- le caractére inédit et novateur du type de didacticiel envisagé, qui devait se départir des techniques restreintes de l'E.A.O. "branché" classique (cf. Rapports Techniques n° III & IV);

2- la nécessité de développer le didacticiel sur un équipement largement accessible dans le milieu scolaire (et pas nécessairement le plus adéquat en termes de capacités informatiques);

3- le manque d'expérience et de modèles de références pour ce genre de réalisation;

4- la nécessité d'une réelle "osmose cognitive" entre l'informaticien et le didacticien, pour mener à bien une tâche très complexe, dans un délai délibérément, mais néanmoins excessivement court;

5- la volonté, aggravante en complexité, de construire une structure de logiciel permettant une flexibilité maximale en termes de choix de procédures didactiques et de facilité d'adaptation à des contenus conceptuels diversifiés.

D'autre part, en plus de ces difficultés, inhérentes à la complexité de la tâche, un certain nombre de délais et de problèmes non directement reliés à la tâche ont dû être affrontés par l'équipe (*didacticien-informaticien*):

1- délais très longs dans la fourniture du micro-ordinateur prévu pour le développement du logiciel (un APPLE/2E);

2- constat de l'inadéquacité de ce matériel pour accomplir le développement requis, notamment faute de support d'un système d'opération suffisamment rapide et puissant et des langages de haut-niveau nécessaires (l'informaticien a dû faire appel à son matériel personnel - IBM/PC);

3- nouveaux délais forts longs pour la commande du "software" nécessaire, celui-ci n'étant disponible qu'aux E.U. (Pascal-MT+, etc..);

Le premier prototype expérimental, testé, mis à l'essai et "*entièrement débuggé*" pouvait néanmoins être disponible pour la date finale d'expérimentation prévue, soit en avril 1984.

5. EXPERIMENTATION DANS LE MILIEU:

L'expérimentation dans le milieu, qui s'est déroulée avec des étudiants d'équipement motorisé (*2 groupes-classes*) et d'électro-technique (*également 2 groupes-classes*) de la Polyvalente Pt-Vinu (*C.S. Chomedey de Laval*), en collaboration avec leurs enseignants de matière, n'a eu lieu qu'en avril 1984 (*entre le 02 & le 14*), alors que la période planifiée se situait préalablement en octobre-novembre 1983.

Le retard sur les prévisions initiales découle du fait que la date critique de cette expérimentation dépendait de l'ensemble de facteurs déterminant qui suivent:

1- *l'exécution et l'analyse des résultats préalables de la pré-expérimentation, dans un milieu différent mais homologue;*

   * (ceci impliquant la période de disponibilité des élèves dans ce milieu, les délais d'analyse et de prise en compte des résultats observés pour la mise au point de contenu du prototype);

2- *la date de disponibilité du prototype finalisé et "mis à l'essai" avec succès;*

3- la détermination d'une période continue permettant de disposer de la population expérimentale, sans perturbation des activités académiques régulières;

4- la nécessité de trouver une période correspondante d'accessibilité au Laboratoire d'A.P.O. de la Faculté des Sciences de l'Education, à l'Université de Montréal;

* (du fait de l'impossibilité de disposer d'un nombre suffisant d'appareils dans le milieu de cette population expérimentale).

6. ANALYSES & TRAVAUX POST-EXPERIMENTAUX:

En ce qui concerne cette dernière étape des travaux planifiés des deux premières phases du projet, les analyses statistiques des données expérimentales furent terminées avant la date de clôture des activités du présent rapport (*en septembre 1984*). (*cf. Rapport Expérimental n° III pour le détail de ces analyses*).

De même, les révisions du prototype initial (*SOCRATIX-0.2*) étaient rendus disponibles dès le mois d'octobre 1984 (*cf. Rapport Final n° II pour l'expérimentation de ce second prototype & le Rapport Technique n° IV au sujet des modifications apportées*).

* * * * *

CHAPITRE C

PRODUCTIONS & ETUDES ANNEXES

Dans ce chapître, il sera traité des productions et études annexes réalisées par l'équipe de recherche, dans le cadre des phases du projet concernées par le présent rapport (*Phases I & II*).

Dans un premier temps, un résumé des productions prévues (*telles qu'annoncées au chapître A, partie II, p.44-45*) est présenté. Une description plus détaillée sera fournie à la partie III, en ce qui concerne les productions liées aux quatre axes majeurs du projet:

1- *L'identification des BESOINS spécifiques en Equipement Motorisé;*

2- *L'analyse des CONCEPTS FONDAMENTAUX en Electricité & Soudage;*

3- *L'élaboration du MODELE DIDACTIQUE CONCEPTUEL;*

4- *Le développement du SYSTEME TUTORIEL INFORMATISE (prototypes Socratix 0.1 & 0.2);*

De plus, pour une documentation plus détaillée, la référence aux documents spécifiques produits est donnée.

Enfin, dans un deuxième temps, la référence sera donnée aux études expérimentales menées conjointement au projet, ainsi qu'aux diverses productions théoriques ou techniques réalisées, mais non spécifiquement prévues à l'origine. Pour chacune de ces productions, un résumé est également présenté.

* * *

PRODUCTIONS PREVUES

1. **FICHIER général des CONCEPTS FONDAMENTAUX en Equipement Motorisé**

Le document produit, déposé en février 1985, porte le titre suivant:

RECUEIL D'ANALYSES DES CONCEPTS DE BASE EN ELECTRICITE & EN SOUDAGE
(cf. RAPPORT TECHNIQUE N° V/PPMEP-11)

Ce document constitue un recueil de QUATRE-VINGT-QUATRE analyses de concepts, touchant les domaines de l'électricité (*64*) et du soudage (*20*).

Ce travail fut éxécuté par une équipe de cinq ingénieurs de l'Ecole Polytechnique de l'U. de M., en réponse aux besoins prioritaires déterminés par l'enquête menée auprès d'étudiants et d'enseignants du secteur professionnel (*R.T. n° XII*). Ce travail a présenté des difficultés importantes pour les ingénieurs, dont la formation s'est révèlée peu conforme à ce type d'analyse.

Il ne constitue pas, de ce fait et de celui de l'utilisation des techniques classiques d'analyse de concepts "*isolés*" et "*associé*", une forme définitive.

Il a permis, néanmoins, de mieux poser le problème de l'analyse des concepts en réseaux (*R.T. n° IV*) et constitue un outil utile pour des améliorations futures des techniques d'analyse conceptuelle.

2. RAPPORT D'ENQUETE

Le document produit, réalisé en octobre 1983, porte le titre suivant:

ENQUETE SUR LES BESOINS D'APPRENTISSAGE CONCEPTUELS AU SECTEUR PROFESSIONNEL.
(cf. RAPPORT TECHNIQUE N° XII/PPMEP-18)

Ce document constitue le rapprort d'une enquête sur les besoins en termes de carences d'apprentissage conceptuel au secteur professionnel secondaire, menée auprès d'étudiants et d'enseignants du professionnel court en équipement motorisé, à l'école polyvalente Pt-Vieu, en septembre 1983.

Les résultats justifient le choix qui a été fait des domaines prioritaires d'analyses de concepts, en électricité et en soudage et contribuent de préciser la nature des besoins cognitifs spécifiques de ce type de clientèle.

3. MODELE ALGORITHMIQUE

Le document produit, réalisé en octobre 1983, porte le titre suivant:

PRINCIPES & PROCEDURES DE DESIGN DIDACTIQUE DU TUTEUR CONCEPTUEL: (SOCRATIX).
(cf. RAPPORT TECHNIQUE N° VII/PPMEP-13)

Ce rapport technique décrit dans le détail les principes & procédures de design didactique ayant servis à la structuration d'un modèle-expert pour l'élaboration du prototype informatisé de tutoriel conceptuel (*Socratix-I*). Il représente l'une des phases cruciales de développement du système tutoriel conceptuel qu'est Socratix.

Les trois fonctions majeures de ce tuteur conceptuel - fonction tutorielle, fonction didactique et fonction diagnostique - sont définies et leur analyse de structure est détaillée, dans une première partie.

Dans une deuxième partie, les deux algorithmes didactiques - général et d'associations - sont présentés et analysés, dans la forme où ils furent utilisés en vue de l'informatisation du prototype (*R.T. n° IV*).

Le document comporte plusieurs annexes illustrant les principes et fondements théoriques ayant guidé ce design.

4. RECUEIL BIBLIOGRAPHIQUE & DOCUMENTAIRE.

La réalisation de ce recueil, initialement prévue pour la première phase du projet, n'a pu être menée à bien dans les délais, pour deux raisons principales:

1- le matériel informatique (APPLE/2E) et le logiciel de gestion de banque de données (DB/II) n'ont été disponibles que très tard;

2- la responsable s'est vue rapidement dans l'impossibilité de gérer la masse de données recueillies sur le système à disquettes;

La nécessité impérieuse, pour le responsable du modèle didactique, de disposer dans les délais les plus brefs de ces informations bibliographiques lui ont créé une obligation d'accroître la capacité de traitement de son système personnel (*à ses frais*) et de gérer lui-même cette banque de données.

Un fichier sur cartes 4x6" fut néanmoins constitué par collage des "*extraits*" compilés sur les banques de données mondiales (*au delà de 600 titres*). Cependant, toutes les bibliographies, telles qu'elles apparaissent dans les divers rapports produits, ont été générées et gérées sur le système personnel du chercheur-didacticien de l'équipe (*Osborne/Executive avec logiciel "Personal-Pearl", sous CP/M Plus*).

5. LOGICIEL INTERACTIF

Le document produit, remanié en mars 1985, pour tenir compte des améliorations apportées au second prototype, porte le titre suivant:

STRUCTURES INFORMATIQUES D'UN PROTOTYPE DE DIDACTICIEL CONCEPTUEL (SOCRATIX-0.2).
(cf. RAPPORT TECHNIQUE N° IV/PPMEP-10)

Ce document décrit les structures informatiques minimales requises pour l'élaboration d'un didacticiel d'enseignement de concepts, tel qu'utilisé pour le prototype "*Socratix-0.2*" et fournit les bases théoriques nécessaires au développement d'un Système Didactique Conceptuel Informatisé (*SDCI*) exploitant l'ensemble des possibilités du modèle cognitiviste d'enseignement de concepts.

6. GUIDES PEDAGOGIQUES EXPERIMENTAUX D'UTILISATION

Le document produit, regroupe les différents protocoles d'expérimentation réalisés et porte le titre suivant:

RECUEIL DES PROTOCOLES D'EXPERIMENTATION.
(cf. RAPPORT TECHNIQUE N° X/PPMEP-16)

Ce document est un recueil des divers protocoles d'ex-

périmentation utilisés et distribués aux participant(e)s, lors des diverses phases pré-expérimentales et expérimentales du prototype tutoriel conceptuel "*Socratix-0.1 & 0.2*".

Il regroupe trois documents préalables:

1- Les protocoles de pré-expérimentation;

2- Les protocoles opérstoires de la phase expérimentale n° 1;

3- Les protocoles opératoires de la phase expérimentale n° 2.

7. RAPPORT D'EXPERIMENTATION

Le document produit, finalisé en décembre 1983, porte le titre suivant:

ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE DIDACTIQUE INFORMATISE POUR L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTRAITS CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL

(cf. RAPPORT EXPERIMENTAL N° III/PPMEP-06)

Cette étude expérimentale centrale visait à élaborer un modèle didactique optimal pour l'enseignement de concepts à des étudiant(e)s présentant des carences et difficultés notoires d'apprentissage au niveau abstrait, à le rendre accessible à tous grâce au développement d'un prototype informatisé (*SOCRATIX-0.1*) et à l'expérimenter scientifiquement auprès de deux types de clientèles du secondaire pro-

fessionnel, sans (*Equip. motorisé*) ou avec (*Electrotechnique*) connaissances préalables d'un domaine d'apprentissage sélectionné (*circuits électriques*).

8. GUIDE DIDACTIQUE TUTORIAL

La production finale de ce guide pédagogique a dû être reportée à la phase III du projet (*janvier-mai 1985*), afin d'en assurer une meilleure prise en compte des observations empiriques et théoriques découlant de ce projet.

Par ailleurs, il a été décidé de produire, non plus un guide unique, mais quatre guides différents, afin de permettre aux usagers une approche plus facile des diverses dimensions du design de modules didactiques conceptuel et de l'application du modèle dans l'enseignement.

Les titres et les sommaires de ces quatre guides, couvrant les aspects essentiels du domaine, sont présentés ci-après.

8a. COMMENT FAIRE L'ANALYSE DES CONCEPTS & DES RESEAUX CONCEPTUELS?

(*cf. GUIDE PEDAGOGIQUE N° I/PPMEP-20*)

Ce document, le premier d'une série de quatre, est un "*guide*" visant à faciliter la tâche d'analyse conceptuelle et destiné aussi bien au développeur de matériel didactique

qu'à l'enseignant sans formation préalable au domaine.

Il se présente sous forme d'un "*mode d'emploi*" d'utilisation claire et facile, présentant un ensemble de "*règles opérationnelles*" et d'exemples.

Toutefois, malgré un objectif prioritairement utilitaire et de vulgarisation, les auteurs ont voulu s'attacher à fournir également une information minimale touchant les aspects théoriques inhérents à cette tâche fondamentale et préalable à toute étude conceptuelle.

8b. **COMMENT ELABORER DES SERIES RATIONNELLES POUR L'ENSEIGNEMENT DE CONCEPTS?**
(*cf. GUIDE PEDAGOGIQUE N° II/PPMEP-21*)

Ce document, le second d'une série de quatre, est un "*guide*" visant à faciliter la tâche d'élaboration des séries rationnelles nécessaires à l'enseignement conceptuel, aussi bien pour le développeur de matériel didactique que pour l'enseignant sans formation préalable au domaine.

Il se présente sous forme d'un "*mode d'emploi*" d'utilisation claire et facile, présentant un ensemble de "*règles opérationnelles*" et d'exemples. Toutefois, malgré un objectif prioritairement utilitaire et de vulgarisation, l'auteur

a voulu s'attacher à fournir également une information minimale touchant les aspects théoriques inhérents à cette tâche préliminaire de l'enseignement conceptuel.

8c. COMMENT ENSEIGNER EFFECTIVEMENT & EFFICACEMENT LES CONCEPTS?
(*cf. GUIDE PEDAGOGIQUE N° III/PPMEP-22*)

Ce document, le troisième d'une série de quatre, est un "*guide*" visant à faciliter la tâche d'enseignement conceptuel. Il met en évidence les éléments favorisant une acquisition effective et efficace des concepts, aussi bien pour le développeur de matériel didactique que pour l'enseignant sans formation préalable au domaine.

Il se présente sous forme d'un "*mode d'emploi*" d'utilisation claire et facile, présentant un ensemble de "*règles opérationnelles*" et d'exemples.

8d. COMMENT FAIRE ET UTILISER LE DIAGNOSTIC DES ERREURS-TYPES DE CLASSIFICATION?
(*cf. GUIDE PEDAGOGIQUE N° IV/PPMEP-23*)

Ce document, le dernier d'une série de quatre, est un "*guide*" visant à faciliter la tâche de diagnostic des erreurs-types de classification conceptuelle. Il explicite les procédures d'identification de ces erreurs (*sous-généra-*

lisation, sur-généralisation et confusion), ainsi que la façon d'utiliser le diagnostic obtenu en vue de planifier les stratégies correctives appropriées, aussi bien pour le développeur de matériel didactique que pour l'enseignant sans formation préalable au domaine.

Il se présente sous forme d'un "*mode d'emploi*" d'utilisation claire et facile, présentant un ensemble de "*règles opérationnelles*" et d'exemples.

AUTRES PRODUCTIONS & ETUDES ANNEXES

Les deux études expérimentales annexes, effectuées dans le milieu par deux membres de l'équipe de recherche, respectivement à l'élémentaire et au professionnel secondaire, afin de tester le modèle didactique sans utilisation du micro-ordinateur, sont maintenant présentées.

9. APPRENTISSAGE DE CONCEPTS - "*DIRECTION*" & "*SENS*".
(*cf. RAPPORT EXPÉRIMENTAL N° I/PPMEP-04*)

Cette étude expérimentale connexe visait à vérifier la validité du modèle didactique conceptuel auprès d'une clientèle-cible non-problématique de l'élémentaire, dans une situation de "*face-à-face*" impliquant la prise en charge des procédures d'enseignement par les enseignantes.

10. APPRENTISSAGE DE CONCEPTS - "*LA FRACTION*":
(*cf. RAPPORT EXPERIMENTAL N° II/PPMEP-05*)

Cette seconde étude expérimentale connexe visait à vérifier la validité du modèle didactique conceptuel auprès d'une clientèle-cible du secondaire en Equipement Motorisé, dans une situation de "*face-à-face*" impliquant la prise en charge des procédures d'enseignement par les enseignants.

Enfin, les autres documents théoriques ou techniques, développés durant le projet, dans le but essentiel de fournir des textes de référence, en français, tant pour l'échange d'information entre les membres de l'équipe pluri-disciplinaire du projet, que pour diffusion ultérieure auprès de chercheurs désirant oeuvrer dans le domaine, sont sommairement décrits. (*Une information plus complète pourra se faire en se référant directement à ces documents, qui sont édités et disponibles à la date de publication de ce rapport*).

11. FONDEMENTS THEORIQUES DES TYPOLOGIES D'APPRENTISSAGE.
(*cf. RAPPORT TECHNIQUE N° I/PPMEP-07*)

Ce document fait la synthèse des typologies modernes de l'apprentissage et de leurs développements les plus récents, en vue de fournir les bases théoriques permettant à un(e) enseignant(e) ou à un(e) réalisateur/trice de matériel d'en-

seignement de préciser de quoi il/elle parle effectivement lorsqu'il/elle parle d'apprentissage ou d'objectifs d'apprentissage.

12. **FONDEMENTS THEORIQUES D'UNE DIDACTIQUE CONCEPTUELLE.**
(*cf. RAPPORT TECHNIQUE N° II/PPMEP-08*)

Ce document met en évidence l'importance et la pertinence de l'apprentissage conceptuel et fait la synthèse des fondements théoriques de la psychologie cognitiviste de l'apprentissage soutendant l'élaboration des modèles gagnéen et markléen pour l'enseignement effectif du type d'apprentissage de base du domaine cognitif complexe désigné comme "*concept*" ou "*règle de classification*".

13. **FONDEMENTS THEORIQUES D'UN SYSTEME D'EAO CONCEPTUEL.**
(*cf. RAPPORT TECHNIQUE N° III/PPMEP-09*)

Ce document fait la synthèse des implications théoriques de l'Enseignement Assisté par Ordinateur, établit des critères de pertinence pour l'utilisation de l'EAO dans l'enseignement de concepts et définit les conditions minimales de développement d'un système tutoriel pour ce faire.

14. MODELE THEORIQUE & DIDACTIQUE DE RECHERCHE.
(cf. RAPPORT TECHNIQUE N° VI/PPMEP-12)

Ce rapport technique constitue la présentation du modèle théorique & didactique conceptuel développé pour l'enseignement tutoriel de concepts, tel qu'il apparaissait dans le premier rapport partiel de recherche, couvrant la première phase du projet (*Février-Mai 1983*).

Il touche, dans une première partie, le compte-rendu sommaire des activités de formation didactique des membres de l'équipe de recherche et de coordination des activités de recherches.

Dans une deuxième partie, il étudie les fondements théoriques de la recherche.

Enfin, dans une troisième partie, les contraintes et hypothèses d'élaboration du modèle didactique sont envisagées.

Le document comporte plusieurs annexes portant sur les travaux de Gagné, Tiemann/Markle et Tennyson, ainsi que l'algorithme de module didactique conceptuel développé au cours de la recherche.

15. SIMULATION D'UN INFORMATUTEUR PARFAIT (*Fiction*).
(*cf. RAPPORT TECHNIQUE N° VIII/PPMEP-14*)

Ce document représente un ensemble d'extraits d'un essai de fiction, réalisé en vue d'aider à l'explicitation de ce que pourrait être un tuteur conceptuel imaginaire "*parfait*".

Il se base sur des faits non forfuits relevés à travers des échanges avec de jeunes enfants de l'élémentaire rêvant d'une école plus stimulante et intéressante.

Son objectif majeur visait à faciliter la découverte des caractéristiques idéales d'un tuteur conceptuel, hors de toutes contraintes technologiques ou pratiques. Il s'est, de ce fait, révèlé comme un outil précieux de créativité pour l'élaboration formelle du système tutoriel conceptuel.

16. PROBLEMATIQUE DE L'ANALYSE CONCEPTUELLE
(*cf. RAPPORT TECHNIQUE N° IX/PPMEP-15*)

Ce document présente l'études des problèmes posées par l'analyse de concepts, en vue de son utilisation dans l'enseignement de type cognitiviste de ceux-ci, en se basant sur les travaux de Tiemann/Markle, Tennyson, Merrill et d'autres, dans le domaine.

Dans une première partie, un certain nombre de notions préliminaires importantes sont définies. Dans une deuxième partie, un algorithme décisionnel est présenté, ainsi qu'une procédure formelle d'analyse touchant les concepts "*isolés*" et "*associés*" et un modèle d'analyse accompagné d'un exemple d'élaboration de séries rationnelles.

Enfin, le document comporte un recueil de citations touchant le domaine spécifique.

17. PROBLEMATIQUE DU DIAGNOSTIC CONCEPTUEL.
(cf. RAPPORT TECHNIQUE N° XI/PPMEP-17)

Ce document fournit les éléments théoriques et pratiques fondant l'élaboration du diagnostic des erreurs-types de classification des exemples et non-exemples conceptuels (*la sur-généralisation, la sous-généralisation et la confusion*).

Il traite des deux types actuellement appliqués de diagnostics conceptuels:

1- *Le diagnostic des erreurs-types de classification des concepts "isolés";*

2- *Le diagnostic des erreurs-types de classification des concepts "associés".*

18. RECUEIL DE TRAVAUX SUR L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL SELON MARKLE/TIEMANN.

(*cf. RAPPORT TECHNIQUE N° XIII/PPMEP-19*)

Ce document est un recueil de différents travaux préalables sur l'apprentissage cognitiviste conceptuel, effectués en vue de fournir aux membres oeuvrant au sein de l'équipe les éléments utiles à leurs travaux respectifs.

Il regroupe un certain nombre d'essais portant sur des aspects divers de la théorie cognitiviste de l'apprentissage de concepts, ainsi que des traductions ou synthèses de travaux, selon Gagné, Markle/Tiemann, Tennyson et d'autres.

* * * * *

PARTIE III

Cette troisième partie de ce rapport de recherche décrit de façon détaillée les travaux liés aux quatre axes majeurs du projet, tels que définis dans la partie I. Pour rappel, il s'agit respectivement des tâches suivantes, faisant chacune l'objet d'un chapître:

A. Identification des besoins spécifiques 72

B. Analyse des concepts fondamentaux 88

C. Elaboration du modèle didactique 101

D. Développement des prototypes tutoriels . . . 130

* * *

CHAPITRE A

IDENTIFICATION DES BESOINS SPECIFIQUES

Ce chapître concerne le premier axe de développement du projet, lié aux besoins d'apprentissage conceptuel observés dans le milieu. Il se réfère à la production portant le titre:

"ENQUETE SUR LES BESOINS D'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL"
(*cf. RAPPORT TECHNIQUE XII/PPMEP-18*)

Le chapître comporte quatre parties:

1- Introduction 73

2- Problématique. 74

3- Plan d'intervention. 77

4- Analyses des résultats 79

* * *

INTRODUCTION

Une bonne connaissance de la clientèle s'avèrait essentielle, puisqu'avant d'apporter des correctifs pertinents à la situation existante, il fallait définir ce public-cible, ses principales caractéristiques, ainsi que ses besoins.

De plus, la participation d'agents éducateurs du milieu s'avérait essentielle, puisqu'ils nous ont aidé à mieux cerner d'une part, les difficultés d'apprentissages des élèves, et d'autre part les difficultés didactiques vécues spécialement en ce qui a trait à l'apprentissage de concepts technologiques abstraits.

La problématique de cette enquête met en relief les carences d'apprentissages des élèves, ainsi que les obstacles auxquels les enseignants doivent faire face à certains moments de leur démarche éducative.

Le plan d'intervention résume le cheminement suivi dans la construction d'instruments (*questionnaires*) servant à nous alimenter d'informations pertinentes de la part des élèves et des enseignants.

Les résultats obtenus ont aidé grandement pour faire une analyse des besoins didactiques, qui ont permis d'élaborer un nouveau processus d'apprentissage pour ces élèves, donnant lieu à une expérimentation dans le milieu de quelques concepts abstraits, plus spécifiquement ceux qui représentent un niveau de difficulté élevé.

PROBLEMATIQUE

1. CLIENTELE-CIBLE

Dans le domaine de l'enseignement professionnel, au secondaire, plus précisément l'enseignement de l'équipement motorisé au niveau "*professionnel court*", on note des difficultés d'apprentissage notables concernant l'acquisition de connaissances abstraites (*théoriques*) de base jugées indispensables à la formation professionnelle des étudiants.

C'est au 3e secondaire (*dans notre milieu*) que débute leur formation technique et que, du fait même, apparaissent des carences d'apprentissage qui se situent à de multiples niveaux, notamment: manque de motivation à apprendre, carences perceptuelles, problèmes socio-émotifs, carences cognitives dans les apprentissages préalables et les connaissances, habiletés pré-requises.

Il apparaît de toute évidence que ces élèves présentent des habiletés intellectuelles en tous points "*normales*" et caractérisées par:

1. *Une intelligence pratique, intuitive et concrète.*

2. *Une capacité d'analogie et de transfert, ainsi que d'analyse et de synthèse pour les tâches pratiques simples (atelier).*

3. *Une coordination oculo-manuelle supérieure à la moyenne.*

4. *Un fonctionnement "non-verbal" nettement supérieur à celui qui caractérise les capacités dites "verbales".*

5. *Une grande manifestation d'initiative et de débrouillardise pour les sujets qui les intéressent.*

Leurs capacités d'abstraction limitées leur permettent difficilement de saisir le sens de valeurs telles le bien-être de soi, la connaissance de soi, etc. Cela explique le peu d'intérêt de ces élèves pour la connaissance, surtout pour les matières théoriques qui se carartérisent par un aspect moins concret que les travaux de l'atelier; ce qui a pour conséquence d'affecter leur motivation intrinsèque et leur rendement scolaire.

2. PERSONNES-RESSOURCES DU MILIEU

L'objectif visé par cette recherche était d'accroître la qualité des apprentissages de ces élèves, en faisant d'abord une analyse de besoins, afin de développer des didactiques particulières permettant l'acquisition de concepts abstraits selon la théorie de Gagné (1977).

Pour ce faire, le groupe de recherche pouvait s'attendre à une étroite collaboration de collègues de travail, soit Jean-Paul Beaudry, Antoine Compan, Raynald Lemay, Gérald Méthot et Simon Torossian, dans la démarche encourue en milieu scolaire et universitaire.

Ces éducateurs enseignent actuellement ou ont déjà enseigné (*récemment*) à cette clientèle, et possèdent par le fait une expertise didactique à ce niveau scolaire. Ils pouvaient donc nous aider à déterminer d'une part, les difficultés d'apprentissage des élèves, et d'autre part, les difficultés didactiques vécues durant leur cheminement pédagogique.

De façon générale, les plus grandes difficultés d'apprentissages se situent dans la compréhension de notions théoriques (*technologiques*) de base, ainsi que dans les notions pré-requises de mathématiques (*formules, mesures*) et de sciences (*lois de la physique*).

Par exemple, la nature de l'électricité est une notion de base nécessaire à l'apprentissage (*compréhension*) du courant électrique.

De même, la notion de la loi d'Ohm est nécessaire à l'apprentissage des critères qui régissent le fonctionnement d'un circuit électrique.

Notre milieu n'échappe aucunement à la pratique journalière d'une approche didactique courante, qui se fonde sur des principes périmés, sinon erronnés, où l'apprentissage demeure isolé de la compréhension et où la vérification du savoir transmis est perçue en terme de "*mémorisation*" plutôt qu'en terme de "*signification*" des connaissances acquises.

PLAN D'INTERVENTION

1. RECOLTE D'INFORMATIONS DANS LE MILIEU

Les instruments choisis furent donc deux questionnaires, construits pour récolter un certain nombre d'informations, d'une part des élèves de 3e et 4e secondaire et, d'autre part, des professeurs directement impliqués dans la transmission du programme d'étude du tronc-commun, 3e secondaire.

2. QUESTIONNAIRE DES ELEVES

Le premier questionnaire des élèves (*PPMEP-18: annexe A*) comportait dix (*10*) questions se rapportant principalement à l'identification des difficultés d'apprentissages éprouvées par ceux-ci. C'est à l'aide du tableau de la page 2 de celui-ci que les élèves ont répondu, dans un premier essai, afin de cataloguer les matières représentant pour eux une certaine difficulté d'apprentissage.

Un second tableau (*PPMEP-18: annexe B*), qui exprimait les objectifs terminaux de chacune des matières, a été administré aux élèves, afin qu'ils nous aident à cerner un niveau (*1 à 5*) de difficultés plus spécifique.

La question ouverte (*10*) de la page 4 (*2ème questionnaire*), nous a permis d'identifier spécifiquement des besoins exprimés qui sont essentiels à leur fonctionnement.

3. QUESTIONNAIRE DES ENSEIGNANTS

Le questionnaire des enseignants (*PPMEP-18: annexe C*) comportait douze (*12*) questions visant à faire identifier par les éducateurs les principales faiblesses des élèves auxquelles ils ont à faire face dans le transfert de notions théoriques à des applications pratiques.

C'est dans le tableau de la page 3 de leur questionnaire, que les professeurs pouvaient nous aider à identifier des concepts abstraits problèmatiques, par la nomenclature des difficultés didactiques, ainsi que par les manques de pré-requis rencontrés durant le cheminement pédagogique des élèves.

Quelques questions, tels que les nos. 7, 11 et 12 pouvaient également contribuer à former une banque d'informations pertinentes, dans le but d'améliorer et/ou d'optimiser la démarche didactique actuelle.

ANALYSES DES RESULTATS

1. QUESTIONNAIRE DES ELEVES:

Quarante-deux élèves, dont 30 (*71%*) du 3e secondaire et 12 du 4e secondaire (*29%*) ont répondu au questionnaire.

Une forte majorité des élèves (*85%*) nous disent qu'ils ont eux-mêmes choisis ce secteur d'études, et que les cours qu'ils suivent actuellement sont assez faciles (*65%*), assez difficiles (*25%*).

Les cinq (5) matières dans lesquelles les élèves éprouvent le plus de difficultés d'apprentissage sont:

1. *Electricité de base appliquée à l'automobile* (17)
2. *Initiation à la métrologie* (13)
3. *Eléments de dessin* (11)
4. *Soudage au gaz (oxyacétylénique)* (10)
5. *Soudage à l'arc électrique* (9)

La partie des cours qui leur semble la plus difficile est la théorie en classe (*85%*). Par contre 64% d'entre eux trouvent que le nombre de périodes de travail en classe est suffisant.

En ce qui a trait aux documents de travail (*livres, fiches*) mis à leur disposition, 48% admettent qu'ils ne répondent pas toujours à leurs besoins. 45% des répondants croient que leurs cours leur fournissent les éléments nécessaires à leur travail futur.

Dans le but de maximiser la "*compréhension*" des cours qu'ils suivent actuellement, les élèves ont émis les réflexions suivantes:

1. *Avoir un seul professeur par groupe* (12)
2. *Moins de théorie, plus de pratique* (4)
3. *Trop d'élèves dans le groupe* (4)
4. *Travailler avec des personnes sérieuses* (4)
5. *Répéter plus souvent les mêmes notions, théorie* (3)
6. *Plus de cours, théorie et pratique* (2)
7. *Laisser l'élève travailler seul* (2)
8. *Plus de cours de théorie* (2)
9. *Etre plus attentif en classe* (1)
10. *Avoir plus de matériel* (1)
11. *Espaces physiques plus grand en atelier* (1)
12. *Faire des stages industriels* (1)
13. *Utiliser un ordinateur* (1)

N.B. 90,5% des répondants ont émis une opinion, ou une recommandation.

2. QUESTIONNAIRE DES ENSEIGNANTS:

Trois (*3*) professeurs du milieu ont répondu au questionnaire. Ces enseignants possèdent 10, 8, 7 ans d'expérience dans l'enseignant au niveau "*professionnel court*". Tous trois sont d'accord que c'est l'apprentissage théorique qui présente le plus de difficulté pour les élèves

Les priorités inscrites par les répondants, en ce qui a trait aux difficultés didactiques en classe sont:

1. *Electricité* (*100%*)
2. *Métrologie* (*100%*)
3. *Soudage* (*66,6%*)

Les réponses écrites au tableau (*question 6*), décrivent en somme que les plus grandes difficultés d'apprentissage s'apparentent à:

1. *Un transfert pénible de notions abstraites en applications concrètes.*
2. *Un manque de pré-requis en sciences (physique) et en mathématiques.*

Les trois (*3*) enseignants pensent que les programmes du professionnel court devraient être revisés, surtout en rapport aux approches pédagogiques pratiquées à ce jour.

Trente pour cent (*30%*) identifie la proportion gardée et jugée suffisante, pour l'enseignement théorique en classe.

Tous les enseignants utilisent régulièrement des médias (*audio-visuels*) dans leur cours. Par contre, la plupart aimeraient utiliser d'autres types de matériel didactique, tel que :simulateurs, ordinateur accompagné de bons logiciels, un laboratoire faisant appel à la manipulation par les élèves d'appareils et d'éléments relevant de la physique et de la chimie.

3. LES BESOINS DU MILIEU SCOLAIRE

Ces besoins, tels que définis par les enquêtes menées dans le milieu à la première étape de ce projet de recherche, ont permis de confirmer, grâce à l'aide des enseignants et des étudiants de 3e et 4e secondaire, en équipement motorisé, les domaines des carences d'apprentissage, d'une part, et d'une autre part des difficultés didactiques.

Ces carences se situent spécialement au niveau de l'apprentissage des notions fondamentales en électricité et en métrologie, ainsi que des concepts pré-requis.

D'ailleurs, ces deux (2) matières sont étroitement liées, puisque la métrologie sert à la manipulation de divers concepts de base dans la solution de problèmes mathématiques et en électricité.

Les plus grandes difficultés d'apprentissages se situent dans la compréhension des notions théoriques, ainsi que des pré-requis en mathématiques (*métrologie*) et en sciences (*physique, chimie*).

Notre milieu n'échappe aucunement à la pratique journalière d'une approche didactique courante qui se fonde sur des principes désuets, et où la vérification du savoir transmis est perçue en terme de "*mémorisation*" plutôt qu'en terme de "*signification*" des connaissances acquises.

Tous les enseignants utilisent régulièrement des médias (*audio-visuels*) dans leur cours. Par contre, la plupart aimeraient utiliser d'autres types de matériel didactique, tel que : simulateurs, ordinateur accompagné de bons logiciels, un laboratoire faisant appel à la manipulation par les élèves d'appareils et d'éléments relevant de la physique et de la chimie.

GRILLE D'ANALYSE DES BESOINS

MATIERES	I	DA	B
SOUDAGE			
-Oxyacétylénique	6	15	- 9
-Arc électrique	7	9	- 2
DESSIN TECHNIQUE			
-éléments de base	10	7	3
-croquis	11	14	- 3
-projections orthogonales	14	16	- 2
-coupes, etc..	17	12	5
AJUSTAGE MECANIQUE			
-outils manuels	8	3	5
-outils de coupe	9	13	- 4
-métrologie	2	19	-17
-liaisons mécaniques	12	10	2
ENERGIES			
-électricité	1	18	-17
-hydraulique	4	20	-16
-air comprimé	5	17	-12
ENTRETIEN DU VEHICULE			
-levage & manutention	13	8	5
-parties du véhicule	15	6	9
-nettoyage du véhicule	16	4	12
-éléments de suspension	3	2	1
ELEMENTS DE CARROSSERIE			
-charnières, serrures	18	11	7
-réparation mineure	19	5	14
-entretien	20	1	19

Légende: I : Importance conceptuelle
DA : Difficulté d'apprentissage
B : Besoins

Tableau I

La grille d'analyse des besoins (*tableau I*), démontre les priorités qui font surface, en prenant en considération dans un premier temps l'importance de l'apprentissage des matières, telle qu'exprimée par les enseignants de 3e et 4e secondaire.

La deuxième colonne (*DA*) représente les niveaux de difficultés d'apprentissage des élèves, le chiffre 20 indiquant la plus grande carence d'apprentissage.

La troisième colonne indique les besoins réels, soit les matières comprenant un certain nombre de concepts qui doivent être analysés dans le but d'élaborer un nouveau processus didactique et de concrétiser l'acquisition de connaissances technologiques, essentielles à la formation professionnelle de base de ces élèves.

CONCLUSION

Après cette consultation auprès des élèves et des agents éducateurs et après avoir réfléchi sur la situation d'apprentissage de cette clientèle "*privilégiée*", nous constatons un niveau d'insatisfaction, et par conséquent de démotivation à l'étude tant à la formation générale qu'à la formation professionnelle.

C'est pourquoi nous sommes arrivés à la conclusion de participer à l'élaboration d'un nouveau processus d'apprentissage pour répondre aux besoins particuliers de ces élèves.

A cette phase du projet, nous étions conscients de tout le travail à accomplir dans une deuxième phase. Nous avons constaté avec enthousiasme que les divers agents d'éducation impliqués dans ce projet qui évoque des changements didactiques à moyen et à long terme, étaient prêts à y travailler parce qu'ils y croient.

Le suivi d'une telle démarche dans le milieu scolaire, au secondaire, devient donc une condition de réussite.

Il faut donner de nouveaux moyens pédagogiques à cette clientèle qui sera appelée sous peu à évoluer dans un cheminement scolaire particulier.

Enfin, les enseignants du milieu qui sont déjà impliqués dans ce projet, sont prêts à poursuivre, à fournir l'effort habituel pour l'atteinte des objectifs visés de leur engagement.

* * * * *

CHAPITRE B

ANALYSE DES CONCEPTS FONDAMENTAUX

Ce chapître concerne le deuxième axe de développement du projet, lié à l'analyse par des experts-matières (*ingénieurs*) des concepts de base en Equipement Motorisé. La liste, par ordre alphabétique, des concepts analysés est également présentée, à la fin du chapître. Il se réfère à la production portant le titre:

"RECUEIL D'ANALYSES DES CONCEPTS DE BASE EN ELECTRICITE & EN SOUDAGE"
(*cf. RAPPORT TECHNIQUE V/PPMEP-11*)

Ce recueil de concepts représente le travail effectué par une équipe d'ingénieurs de différentes disciplines, entre janvier 1983 et décembre 1984. Il se situe à l'intérieur du projet relié au groupe P.P.M.E.P. de l'université de Montréal. Le contenu de ces analyses demeure la responsabilité unique des "experts" (*aucun remaniement n'y a été fait, pour des raisons de rigueur méthodologique*).

Les ingénieurs ont analysé des concepts se rapportant au contenu des cours suivis par les étudiants du secondaire III, Option "*professionnel court*" secteur "*équipement motorisé*".

D'après une enquête menée dans le milieu, qui avait déterminé les domaines dans lesquels les étudiants avaient le plus de difficultés, ils ont analysé des concepts relatifs à ces domaines. Dans un premier temps, une soixantaine de concepts reliés à l'électricité furent étudiés. Dans un second temps, vingt concepts ayant trait au soudage ont eux aussi été considérés.

Plusieurs tableaux, s'ajoutant aux analyses de concepts, permettront d'établir les liens qui interviennent entre les différents concepts.

* * *

1. ANALYSE DU CONTENU DU PROGRAMME.

La première partie du projet consista en l'analyse du programme suivi par les étudiants, en collaboration avec des enseignants du secteur professionnel, ayant pour objectif premier d'en retirer les éléments importants. Ceci permit alors de diviser le programme en différents domaines.

Nous avons effectué, auprès des étudiants et des enseignants, un sondage concernant les domaines de base du programme pour connaître ceux qui, parmi ces derniers, leur donnaient le plus de difficulté.

Selon les résultats obtenus, l'électricité, la métrologie et le soudage furent les domaines qui présentaient le plus de problèmes.

Nous basant sur ces données, nous avons choisi d'analyser le domaine de l'électricité, ainsi que celui du soudage.

2. ROLE DES INGENIEURS.

L'ingénieur possède généralement toutes les connaissances requises pour bien maîtriser les différents domaines scientifiques touchés dans le secteur de l'équipement motorisé. Ainsi, l'ingénieur peut efficacement discerner les éléments relatifs aux différents domaines d'expertise qu'il possède.

Nous avons donc recherché, à travers les domaines de l'électricité et du soudage, les différents concepts de base, qui appartiennent à ces domaines. Les concepts touchent le programme suivi par les étudiants du secteur "*équipement motorisé*", d'une façon direcete ou indirecte. De plus, l'analyse de ces concepts a été faite de façon à pouvoir être utilisable pour des étudiants de n'importe quel niveau.

3. L'ANALYSE DES CONCEPTS.

Avant de traiter de l'analyse des concepts, nous devons définir ce que nous entendons par "*concept*". Un concept est représenté par une classe d'entités qui ont entre elles des propriétés communes - les attributs critiques - et des propriétés variables - les attributs variables.

Pour sa part, l'analyse de concepts consiste en la recherche des attributs critiques et des attributs variables d'un concept. Cependant, l'existence d'un concept est reliée à celle d'autre classes d'entités qui partagent avec lui un certain nombre de propriétés. Nous nous apercevons donc que l'analyse d'un concept particulier ne peut se faire indépendamment des autres concepts ayant des liens avec lui.

Il existe trois sortes de relations entre concepts: la première est celle qu'a un concept avec une classe d'ordre supérieur, appelée "*sur-classe*", incluant ce concept. D'une façon inverse, pour un concept donné, les classes d'ordre inférieur comprises dans sa classe sont appelées "*sous-classes*". Enfin, les différentes classes d'entités, de même niveau, appartenant à une même sur-classe sont désignées "*concepts associés*".

4. ORGANISATION DU TRAVAIL D'ANALYSE.

Pour effectuer notre travail d'analyse, nous avons, dans un premier temps, recherché des références pertinentes (*associées au domaine d'étude*). Cette recherche s'effectua dans les différents manuels scolaires de niveau secondaire, collégial et universitaire, ainsi qu'à travers différentes encyclopédies scientifiques ou dictionnaires de même type. Pour le seul domaine de l'électricité, plus d'une trentaine de manuels furent utilisés.

Dans un deuxième temps, nous avons déterminé une première liste de concepts à analyser. Cette liste de concepts fut employée pour faire les premières analyses. Ces premières tentatives d'analyse demandèrent d'autres recherches de références, qui nous ont permis, à nouveau, de trouver d'autres concepts importants à analyser.

Cette espèce de valse autour du besoin de références supplémentaires et de nouveaux concepts à analyser correspond peut-être à la prise de conscience du degré de complexité de l'analyse de concepts.

La notion de concept, telle que nous l'avons définie demande que nous analysions les concepts pour en tirer, en quelque sorte, une définition conceptuelle. Cette définition contient l'ensemble des attributs critiques et des attributs variables du concept. Cette opération nous révèle que la connaissance que nous avons généralement des concepts est plutôt floue.

Ainsi, les ingénieurs, tout comme la majorité des gens ayant suivi des études scientifiques, sont capables d'appliquer relativement facilement toutes sortes de règles. Mais nous nous sommes rendus compte que la capacité d'appliquer certaines règles relatives à des concepts n'implique pas toujours une maîtrise de ces concepts, ni en conséquence la compréhension des opérations effectuées. En fait, la "*notion*" effective de concept étant peu connue, ainsi que son utilité pour l'application compréhensive des règles, il est "*normal*" que la connaissance des concepts soit faible chez la plupart.

Par exemple, lorsqu'on tente de définir le concept de "*résistance électrique*" comme une fonction de la caractéristique de conductivité d'un conducteur, de sa longueur et de sa section transversale, on confond la "*règle de calcul de résistance*" d'un conducteur donné avec le concept même de "*résistance électrique*", lequel recouvre une classe de phénomènes et non une opération sur ceux-ci. De plus, ce sont les concepts sous-jacents, et non la règle en découlant, qui assurent une compréhension de ce que représente ladite règle.

Autre exemple, concernant ce même concept de résistance électrique. On le définit généralement comme étant le rapport entre la tension électrique et le courant électrique, ou comme étant le rapport entre la puissance dissipée sous forme de chaleur et le carré du courant électrique. Ces faits ne sont pas faux, mais on ne fait que donner des relations permettant de mesurer la valeur de la résistance électrique, autrement dit des règles de calcul de la résistance (*cf. Lois d'Ohm*). En termes conceptuels, la résistance électrique n'est autre chose que l'opposition au passage du courant électrique.

Nous voyons bien que le "*scientifique*" est souvent beaucoup plus près des deux premières définitions que de la troisième. D'ailleurs, dans les encyclopédies et les dictionnaires, on retrouve fréquemment les deux premières, tandis que dans les manuels scolaires scientifiques, collégiaux et universitaires, nous n'en retrouvons aucune.

5. STRUCTURES DE LA LISTE DES CONCEPTS.

Chacun des concepts analysés, que l'on retrouve dans ce recueil, comprend une liste d'attributs critiques et d'attributs variables. Cela correspond à la définition que l'on retrouve normalement lorsque l'on traite d'un concept.

Dans plusieurs cas, les attributs critiques sont précédés par le nom de la sur-classe du concept analysé (*suivie d'un nombre qui indique où le trouver dans la liste des concepts*). Dans les autres cas où la surclasse n'est pas citée, cela indique que nous n'avons pas jugé pertinent de la citer.

On retrouvera aussi, fréquemment, des exemples à la suite des attributs variables, de même que certains non-exemples. Ces différents exemples serviront de base pour l'élaboration de séries rationnelles.

Le premier groupe de concepts traite du domaine de l'électricité, tandis que le second regroupe ceux relatifs au soudage. L'ordre dans lequel on retrouve les différents concepts n'a pas d'importance; ils ont été néanmoins classés par ordre alphabétique, afin d'en faciliter l'accès.

6. LES SERIES RATIONNELLES.

Le rôle des exemples dans l'enseignement des concepts est primordial. Le type d'apprentissage envisagé détermine le type d'exemple que l'on veut utiliser. C'est dans cette optique que ce recueil est important pour les enseignants.

Pour chaque concept, on doit trouver des exemples qui montrent la variation des attributs variables. Les exemples inclus, dans le recueil qui suit, représentent donc des échantillons qui seront utiles aux enseignant(*e*)s. De même, les non-exemples qui sont inclus montrent l'importance de chacun des attributs critiques des concepts.

Les enseignants connaissent les objectifs pédagogiques de leurs cours. A l'aide des résultats donnés d'analyses de concepts, ils seront capables de choisir, ou de construire, les exemples nécessaires à la connaissance adéquate des différents concepts pertinents.

Ainsi, c'est par un travail d'équipe, où se rencontreront notamment enseignants et ingénieurs que l'on pourra, possiblement, obtenir un meilleur enseignement des concepts.

* * * * *

LISTE ALPHABETIQUE DES CONCEPTS ANALYSES

A

(50) Aimant
(51) - artificiel
(52) - naturel
(53) - permanent
(54) - temporaire
(30) Alternateur
(76) Arc électrique
(08) Atome

B

(27) Batterie d'automobile
(73) Borne
(38) Boucle électrique
(84) Brasage

C

(64) Champ électrique
(49) - magnétique
(02) Charge électrique
(06) - négative
(05) - positive
(39) Circuit électrique
(45) - fermé
(46) - ouvert
(40) - élémentaire
(42) - en parallèle
(41) - en série
(58) - magnétique
(43) - mixte
(80) Combustion
(69) Condensateur
(35) Conducteur
(16) Courant
(19) - alternatif
(18) - continu
(17) - électrique
(20) - oscillant
(44) Court-circuit

D

(79) Détendeur
(60) Diode
(61) - semi-conductrice
(31) Dynamo

E

(01) Electricité
(04) - dynamique
(03) - statique
(55) Electro-aimant
(74) Electrode
(75) - enrobée
(48) Electromagnétisme
(12) Electron

F

(57) Flux magnétique
(71) Fusible
(77) Fusion

G

(22) Générateur
(24) - chimique
(23) - d'électricité
(28) Génératrice mécanique
(29) - avec électro-aimant

I

Induction:
(56) - électromagnétique
(59) - magnétique
(72) Interrupteur
(09) Ion
(11) - négatif
(10) - positif
(36) Isolant

L

(62) Lampe diode

M

(47) Magnétisme
(32) Magnéto
(78) Manomètre
(82) Métal d'apport
(07) Molécule

N

(14) Neutron

P

(15) Particule
(63) - élémentaire
(25) Pile primaire
(26) Pile secondaire
(13) Proton

R

(68) Redresseur
(33) Résistance (la)
(34) Résistance (une)

S

(37) Semi-conducteur
(65) Soudage
(67) - à l'arc
(81) Soudage autogène
(83) - hétérogène
(66) - oxyacétylénique

T

(21) Tension électrique
(70) Transformateur

* *
*

CHAPITRE C

ELABORATION DU MODELE DIDACTIQUE

Ce chapître concerne le troisième axe de développement du projet, lié au développement du modèle didactique pour l'apprentissage de concepts. Plusieurs documents théoriques furent développés, dans le cadre de cet axe de recherche, auxquels il est possible de se référer (*cf. Liste des productions, pour plus de détails*). Le présent chapître se réfère aux principes de design du modèle (*M.D.C.*), c'est-à-dire à première partie de la production portant le titre:

"PRINCIPES & PROCEDURES DE DESIGN DIDACTIQUE DU TUTEUR CONCEPTUEL: (*SOCRATIX-1*)"
(*cf. RAPPORT TECHNIQUE VII/PPMEP-13*)

Le chapître comprend quatre parties:

1- Principes de base régissant le design du tuteur conceptuel *102*

2- Détermination des structures fonctionnelles du tuteur conceptuel *113*

3- Fonctions du tuteur conceptuel "Socratix-1" 114

4- Structure de la fonction tutorielle. . . . 117

* * *

- I -

PRINCIPES DE BASE REGISSANT LE DESIGN DU TUTEUR CONCEPTUEL

1. MAITRISE d'APPRENTISSAGE

Un apprentissage n'est considéré comme ACQUIS que lorsque DEMONTRE à 100% par l'ETUDIANT.

2. INDUCTIVITE

La capacité d'induction cognitive n'est pas considérée comme dépendant de caractéristiques individuelles chez l'étudiant ou de son NIVEAU de DEVELOPPEMENT, mais uniquement des STRUCTURES de PRESENTATION. Cela signifie que nous adoptons comme hypothèse préalable que TOUT(E) étudiant(e) ne présentant pas de déficiences physiologiques identifiées est pleinement APTE à démontrer une habileté normale d'INDUCTION COGNITIVE.

3. GENERALISATION & TRANSFERT COGNITIF

Les habiletés de généralisation et de transfert sont exprimées comme projection logique à partir d'une SERIE d'EXEMPLES de DEMONSTRATION.

4. DISCRIMINATION

L'habileté de discrimination est exprimée comme projection logique à partir d'une SERIE de NON-EXEMPLES de DEMONSTRATION.

Les niveaux d'habileté de généralisation comme de discrimination sont un PRODUIT PREVISIBLE de la PRESENTATION - en accord avec les hypothèses de Tiemann/Markle(1969).

5. PROCESSUS DIDACTIQUE

Il doit respecter les REGLES associées aux diverses PHASES d'APPRENTISSAGE suivantes, de façon spécifique à l'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL - conformément aux prescriptions de Gagné(*1976,1981*):

5.1- l'EVEIL

5.2- l'EXPECTATIVE

5.3- la REACTIVATION de la MEMOIRE de TRAVAIL

5.4- la PERCEPTION SELECTIVE

5.5- l'ENCODAGE SEMANTIQUE

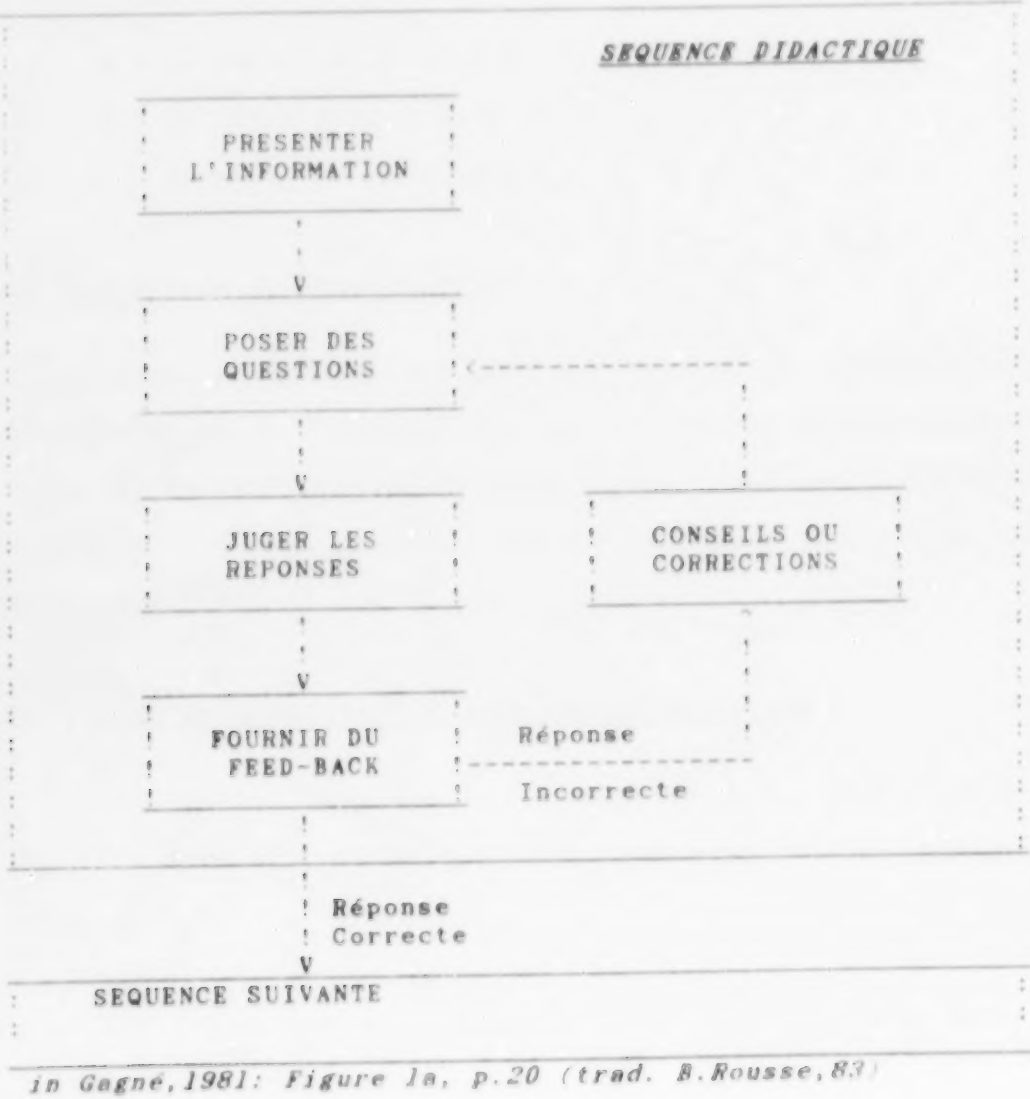
5.6- la RECUPERATION & la REPONSE

5.7- le RENFORCEMENT

5.8- l'INDEXATION

5.9- la GENERALISATION (ou le TRANSFERT)

PROCEDURE TYPIQUE POUR LES PROGRAMMES TUTORIELS



in Gagné, 1981: Figure 1a, p.20 (trad. B.Rousse, 83)

Figure 1a

Ces processus mentaux définis par Gagné sont regroupés en trois phases opérationnelles, telles que proposées par Brien(1981)(*cf. Fig.1*):

A.- la phase de MOTIVATION

B.- la phase d'ACQUISITION

C.- la phase de PERFORMANCE

6. PROCEDURES de PRESENTATION

Elles s'appuient toujours sur des SERIES RATIONNELLES d'EXEMPLES et de NON-EXEMPLES, chaque EXEMPLE ou NON-EXEMPLE étant présenté individuellement - pour favoriser la GENERALISATION - ou par PAIRE - (*Ex + N.Ex*) pour faciliter la DISCRIMINATION.

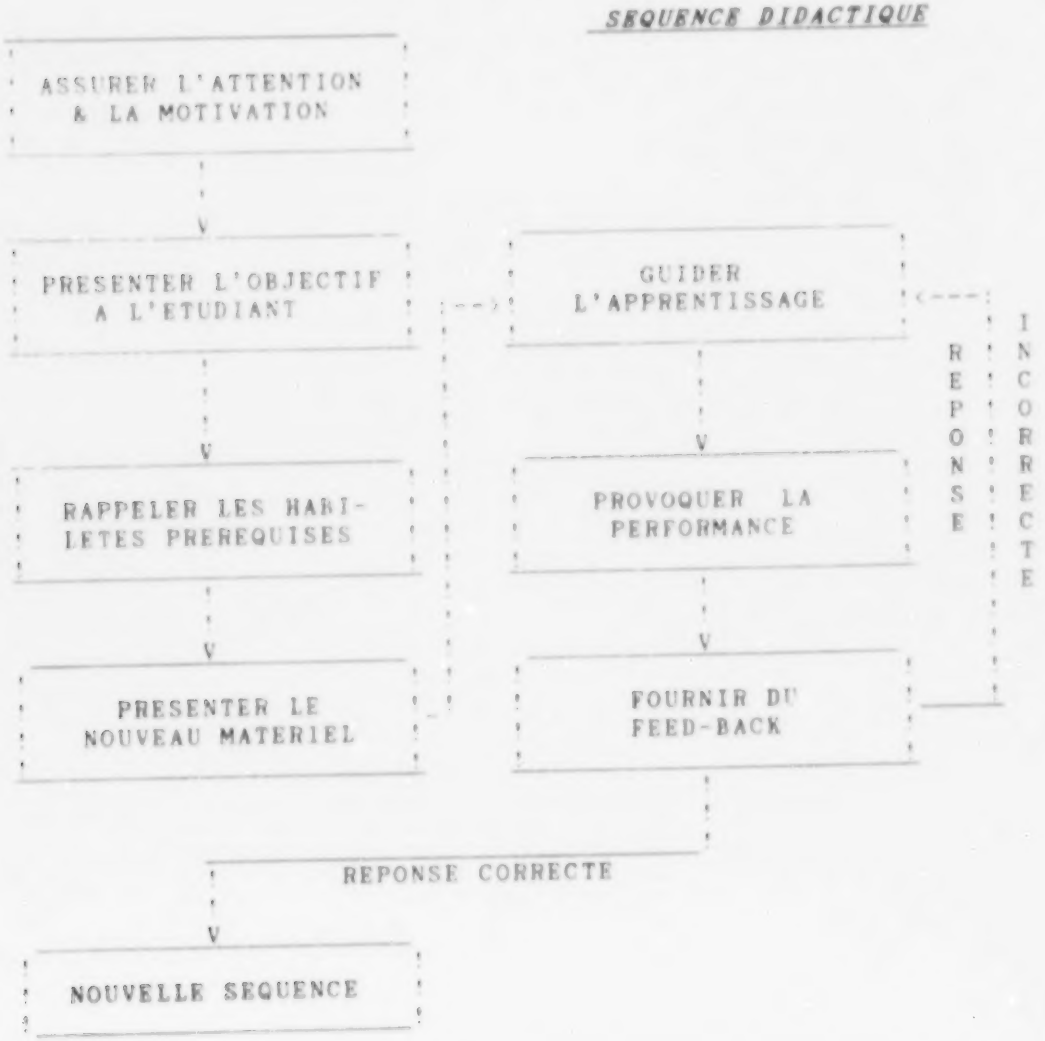
7. REGLES d'ELABORATION des SERIES RATIONNELLES

Les séries rationnelles d'EXEMPLES et de NON-EXEMPLES doivent être élaborées en tenant compte des règles suivantes:

7.1- les divers EXEMPLES doivent présenter une variation optimale des dimensions des ATTRIBUTS VARIABLES et couvrir l'ensemble du champ de variation de chacun d'entre eux;

7.2- les NON-EXEMPLES ne doivent différer des EXEMPLES que par l'ABSENCE d'un SEUL ATTRIBUT CRITIQUE à la fois et couvrir la totalité des possibilités résultantes;

PROCEDURE INCORPORANT DES EVENEMENTS DIDACTIQUES ADDITIONNELS



in Gagné, 1981: Figure 1b, p.20 (trad. B.Rousse, 83)

Figure 1b

7.3- les EXEMPLES et NON-EXEMPLES doivent être ASSOCIES sous forme de PAIRES répondant aux caractéristiques définies par Thiagarajan(1971)(cf. Fig.2):

- les non-exemples sont ASSOCIES aux exemples, c'est-à-dire qu'ils possèdent les MEMES dimensions d'ATTRIBUTS VARIABLES;

- les exemples, d'une paire à l'autre, sont DIVERGENTS, c'est-à-dire qu'ils diffèrent de façon optimale.

7.4- les séries rationnelles utilisées pour l'EVALUATION ou pour les PROCEDURES CORRECTIVES doivent être composées d'EXEMPLES et de NON-EXEMPLES NOUVEAUX - c'est-à-dire non présentés durant l'APPRENTISSAGE - et respectant les mêmes règles d'élaboration que les séries d'apprentissage.

8. REGLES DE BASE POUR LA PRESENTATION
(selon Engelmann, 1980)

8.1- Concevoir la SEQUENCE de façon qu'elle:

a) montre ce qui est IDENTIQUE concernant les EXEMPLES traités de la même façon,

b) montre ce qui est DIFFERENT concernant les EXEMPLES traités différemment (NON-EXEMPLES),

c) teste l'étudiant sur un EVENTAIL SUFFISANT d'EXEMPLES.

8.2- Pour communiquer la STRUCTURE du CONCEPT avec le PLUS PETIT NOMBRE LOGIQUE d'EXEMPLES, concevoir TOUS les EXEMPLES de sorte qu'ils aient le PLUS GRAND NOMBRE POSSIBLE de COMPOSANTES COMMUNES. (Si un exemple montre les mains du maître, tous les exemples de la séquence doivent les montrer. Si l'un montre le mouvement de la main droite seule, tous les exemples impliquant un mouvement devraient montrer le mouvement de cette main.)

COMPORTEMENTS DE CLASSIFICATION PREVUS

(selon THIAGARAJAN, 1972)

	EXEMPLES CONVERGENTS	EXEMPLES DIVERGENTS
NON-EXEMPLES ASSOCIES	***SOUS-*** *GENERALISATION*	*CLASSIFICATION* ***CORRECTE***
NON-EXEMPLES DISSOCIES	***CONFUSION***	***SUR-*** *GENERALISATION*

(traduction & adaptation par Rousse, B.F., 1983)

Figure 2

8.3- Pour montrer COMMENT les EXEMPLES sont SIMILAIRES, JUXTAPOSER des EXEMPLES qui diffèrent GRANDEMENT les uns des autres (en tenant compte de la règle 2) et les traiter de la même façon (même ETIQUETTETAGE).

8.4- Pour montrer les DIFFERENCES, juxtaposer des EXEMPLES (et NON-EXEMPLES) ayant une différence MINIMALE ou très légère, et les traiter différemment.

8.5- Pour TESTER, fournir une SERIE d'EXEMPLES n'ayant pas de pattern PREVISIBLE de juxtaposition et vérifiant l'ETENDUE COMPLETE de VARIATION POSITIVE et NEGATIVE.

9. PROCESSUS DIAGNOSTIQUE

Les REGLES GENERALES à respecter sont les suivantes:

9.1- L'EVALUATION doit se faire de façon FORMATIVE, chaque ETAPE d'APPRENTISSAGE étant évaluée et diagnostiquée sur le champ.

9.2- Le DIAGNOSTIC doit tenir compte de trois PROCEDURES différenciées, tout au long du PROCESSUS DIDACTIQUE:

a) la PROCEDURE DIAGNOSTIQUE INITIALE;

b) la PROCEDURE DIAGNOSTIQUE COURANTE (ou FORMATIVE);

c) la PROCEDURE DIAGNOSTIQUE CUMULATIVE (ou SOMMATIVE).

9.3- Le PROCESSUS DIAGNOSTIC doit être SPECIFIQUE pour chaque TYPE d'ERREUR CONCEPTUELLE:

a) les ERREURS de SUR-GENERALISATION;

b) les ERREURS de SOUS-GENERALISATION;

c) les ERREURS de CONFUSION (ou de DISCONCEPTION).

** Les REGLES DIAGNOSTIQUES SPECIFIQUES sont:

A.- Il y a ERREUR de SUR-GENERALISATION lorsque l'étudiant INCLUS un ou plusieurs NON-EXEMPLES dans la CLASSE du CONCEPT.

B.- Il y a ERREUR de SOUS-GENERALISATION lorsque l'étudiant REJETTE un ou plusieurs EXEMPLES du CONCEPT de son CHAMP de VARIATION.

C.- Il y a ERREUR de CONFUSION lorsque l'étudiant fait à la fois des erreurs de SOUS-GENERALISATION et de SUR-GENERALISATION concernant le même CONCEPT.

D.- Chaque TYPE d'ERREUR identifié doit impliquer une PROCEDURE CORRECTIVE SPECIFIQUE.

E.- L'HYPOTHESE d'un manque d'ATTENTION possible doit TOUJOURS être vérifiée, lors d'erreurs OCCASIONNELLES de l'étudiant.

10. PROCEDURES CORRECTIVES

10.1- La PROCEDURE CORRECTIVE pour la SUR-GENERALISATION s'appuye sur les principes suivants:

a) mise en EVIDENCE de chaque ATTRIBUT CRITIQUE du (ou des) NON-EXEMPLE(s) classé(s) comme ATTRIBUT(s) VARIABLE(s) du CONCEPT à acquérir;

b) PRESENTATION éventuelle - si non une ERREUR d'ATTENTION - d'une NOUVELLE PAIRE d'ENSEIGNEMENT (EX. + N.EX. proches);

c) NOUVEAU TEST restreint, avec un MINIMUM d'une PAIRE NOUVELLE SPECIFIQUE dans la SERIE.

10.2- La PROCEDURE CORRECTIVE pour la SOUS-GENERALISATION s'appuye sur les principes suivants:

a) la mise en EVIDENCE de chaque ATTRIBUT VARIABLE du (ou des) EXEMPLE(s) rejeté(s) de la CLASSE du CONCEPT;

b) PRESENTATION éventuelle (cf. 1b) d'une NOUVELLE SERIE restreinte contenant la dimension sous-généralisée;

c) NOUVEAU TEST restreint, avec une SERIE OPTIMALE d'EXEMPLES couvrant la DIMENSION SOUS-GENERALISEE.

10.3- La PROCEDURE CORRECTIVE pour la CONFUSION s'appuye sur les principes suivants:

a) mise en EVIDENCE DIFFERENCIEE des ERREURS respectives de SOUS- et SUR-GENERALISATION;

b) NOUVELLE PRESENTATION EXPLICITE d' une SERIE RATIONNELLE d'EXEMPLES et NON-EXEMPLES, insistant particulièrement sur les ATTRIBUTS CRITIQUES et VARIABLES faisant l'objet de la CONFUSION;

c) NOUVEAU TEST, avec une SERIE OPTIMALE.

* * * * *

-II-

DETERMINATION DES STRUCTURES FONCTIONNELLES DU TUTEUR CONCEPTUEL

Le MODELE DIDACTIQUE THEORIQUE d'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL fondant le développement du TUTEUR CONCEPTUEL INFORMATISE - SOCRATIX-1 - implique plusieurs FONCTIONS.

La DEFINITION de ces FONCTIONS et l'explicitation de leurs STRUCTURES doit permettre d'en faire un DESIGN plus CONSISTANT, plus RIGOUREUX et plus FLEXIBLE, grâce à la MODULARITE qui en résultera et en rendra mieux ACCESSIBLE la complexité.

* * * * *

-III-

FONCTIONS DU TUTEUR CONCEPTUEL "*SOCRATIX-1*"

1. FONCTION TUTORIELLE

Le LOGICIEL HEURISTIQUE d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE de SOCRATIX-1 doit pouvoir prendre en charge l'ENSEMBLE du PROCESSUS d'INTERVENTION PEDAGOGIQUE normalement attribué à l'ENSEIGNANT.

Cette fonction générale - c'est-à-dire NON-spécifique d'un TYPE particulier d'APPRENTISSAGE - est caractèrisée par les TACHES suivantes:

1.1- Gèrer et contrôler les diverses PHASES d'APPRENTISSAGE et les EVENEMENTS DIDACTIQUES leurs correspondant.

1.2- Assurer l'INTERACTIVITE entre l'ETUDIANT et le SYSTEME HEURISTIQUE.

1.3- Fournir à l'ETUDIANT la RETROINFORMATION ADEQUATE en TOUTES circonstances - y compris celles où une INTERVENTION HUMAINE s'avère nécessaire, qu'elle soit d'ordre PSYCHO-PEDAGOGIQUE, DIDACTIQUE ou TECHNIQUE.

1.4- Déterminer et suggérer les STRATEGIES optimales d'APPRENTISSAGE en fonction des CARACTERISTIQUES INDIVIDUELLES de l'ETUDIANT - RYTHME d'APPRENTISSAGE, NIVEAUX de MOTIVATION et d'ATTENTION, STYLE d'APPRENTISSAGE, etc...

2. FONCTION DIDACTIQUE

La FONCTION DIDACTIQUE est SPECIFIQUE d'un TYPE d'APPRENTISSAGE donné - bien que, dans le développement actuel, le seul TYPE pris en charge soit l'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

Cette fonction SPECIFIQUE - en ce qui touche l'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL - est caractèrisée par les TACHES suivantes:

2.1- Générer - pour le TUTEUR et l'ETUDIANT -l'INFORMATION pertinente concernant l'OBJECTIF OPERATIONNEL d'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

2.2- Vérifier la MAITRISE des PRE-REQUIS DIRECTS à l'ACQUISITION CONCEPTUELLE à faire.

2.3- Gérer et contrôler le (ou les) ALGORITHME(s) de PRESENTATION des EXEMPLES et NON-EXEMPLES d'ENSEIGNEMENT du CONCEPT.

2.4- Générer et administrer les SERIES RATIONNELLES d'EVALUATION pour l'ACQUISITION CONCEPTUELLE.

2.5- Appliquer les PROCEDURES CORRECTIVES résultant du DIAGNOSTIC d'EVALUATION FORMATIVE.

3. FONCTION DIAGNOSTIQUE

La FONCTION DIAGNOSTIQUE, qui est CENTRALE et FONDAMENTALE en ce qui concerne la VALIDITE INTERNE du SYSTEME, recouvre plusieurs aspects caractéristiques:

3.1- Une FONCTION DIAGNOSTIQUE GENERALE, caractérisée par la POSSIBILITE de générer et gérer un DOSSIER CUMULATIF du PROFIL d'APPRENTISSAGE de l'ETUDIANT.

3.2- Une FONCTION DIAGNOSTIQUE SPECIFIQUE à chaque TYPE d'APPRENTISSAGE - seul le DIAGNOSTIC CONCEPTUEL sera développé dans le système présent - caractérisée par la CAPACITE d'IDENTIFICATION des ERREURS-TYPES d'APPRENTISSAGE.

La FONCTION DIAGNOSTIQUE CONCEPTUELLE, dont les RESULTATS CUMULATIFS seront mis à jour dans le DOSSIER CUMULATIF d'APPRENTISSAGE de l'ETUDIANT, est caractérisée par les TACHES suivantes:

3.21- Identifier les TYPES d'ERREURS CONCEPTUELLES faites par l'ETUDIANT - tant au stade de l'ACQUISITION du CONCEPT que de l'EVALUATION de MAITRISE - à savoir:

a) les ERREURS de SUR-GENERALISATION;

b) les ERREURS de SOUS-GENERALISATION;

c) les ERREURS de DISCONCEPTION.

3.22- Vérifier préalablement l'HYPOTHESE d'ERREUR d'ATTENTION, lors d'erreurs OCCASIONNELLES.

* * * * *

- I V -

STRUCTURE DE LA FONCTION TUTORIELLE

Considérant le fait que la FONCTION TUTORIELLE doit avant tout PILOTER l'INTERFACE INTERACTIVE entre l'ETUDIANT et le SYSTEME HEURISTIQUE d'I.A., sa STRUCTURE doit tenir compte d'un PROCESSUS TEMPOREL ayant un DEBUT, un DEVELOPPEMENT et une FIN.

Elle est donc divisée en trois MODULES spécifiques:

1- Un MODULE d'INITIALISATION.

2- Un MODULE OPERATOIRE.

3- Un MODULE de CLOTURE.

1. STRUCTURE DU MODULE D'INITIALISATION

La prise en compte adéquate de la CAPACITE CUMULATIVE du SYSTEME INFORMATIQUE requiert l'élaboration de DEUX procédures distinctes d'INITIALISATION:

1.1- Une PROCEDURE de PREMIERE INITIALISATION (ou d'INSTALLATION).

1.2- Une PROCEDURE d'INITIALISATION SUBSEQUENTE (ou de REINITIALISATION).

1.1- PROCEDURE D'INSTALLATION

Elle assure les fonctions spécifiques suivantes:

1.11- Présenter le SYSTEME HEURISTIQUE à l'ETUDIANT potentiel.

1.12- Identifier l'ETUDIANT - NOM, PRENOM, AGE, NIVEAU ACADEMIQUE, COURS SUIVI, PROFESSEUR, ECOLE.

1.13- Initialiser le DOSSIER de l'ETUDIANT et lui assigner un CODE d'ACCES.

1.14- Présenter le CHOIX d'OPTIONS DISPONIBLES et guider l'ETUDIANT dans son choix.

1.15- Appeler l'UNITE DIDACTIQUE sélectionnée.

1.16- Brancher le MODULE TUTORIEL OPERATOIRE.

1.2- PROCEDURE DE REINITIALISATION

Elle assure les fonctions spécifiques suivantes:

1.21- Identifier l'ETUDIANT - NOM, PRENOM, CODE.

1.22- Consulter le DOSSIER de l'ETUDIANT.

1.23- Présenter le CHOIX d'OPTIONS DISPONIBLES et guider l'ETUDIANT dans son choix en fonction des ACQUISITIONS ANTERIEURES et du DIAGNOSTIC CUMULATIF.

1.24- Appeler l'UNITE DIDACTIQUE sélectionnée.

1.25- Brancher le MODULE TUTORIEL OPERATOIRE.

2. STRUCTURE DU MODULE TUTORIEL OPERATOIRE

Ce MODULE est celui qui doit PILOTER l'ensemble du PROCESSUS TUTORIEL d'INTERVENTION PEDAGOGIQUE décrit en III.

Afin de répondre de façon FLEXIBLE et OPTIMALE aux TACHES qui lui sont assignées, il convient sûrement de le diviser en plusieurs SOUS-MODULES:

2.1- Le SOUS-MODULE PEDAGOGIQUE (ou PEDAGOGUE).

2.2- Le SOUS-MODULE RETRO-INFORMATIF (ou DIALOGUE).

2.3- Le SOUS-MODULE STRATEGIQUE (ou STRATEGE).

2.1- SOUS-MODULE PEDAGOGIQUE

C'est un MODULE D'ACTION, c'est-à-dire qu'il applique des REGLES d'action, en fonction des paramètres donnés par diverses autres UNITES.

Son architecture se fonde sur un ALGORITHME de GESTION (*cf. Algorithme Tutoriel Conceptuel*) des diverses PHASES d'APPRENTISSAGE et des EVENEMENTS DIDACTIQUES leurs correspondant:

2.11- ATTIRER L'ATTENTION DE L'ETUDIANT:

Cette première phase vise à assurer l'attention et la motivation de l'étudiant.

2.12- INFORMER L'ETUDIANT DE L'OBJECTIF D'APPRENTISSAGE:

En fonction du TYPE d'APPRENTISSAGE visé - PSYCHO-MOTEUR, COGNITIF SIMPLE, COGNITIF COMPLEXE (*CONCEPTS, REGLES et SOLUTION de PROBLEME*) ou EMOTIONNEL - l'ETUDIANT est informé en termes simples de l'OBJECTIF à atteindre et du genre de PERFORMANCE qu'il aura à réaliser pour en montrer la MAITRISE.

2.13- STIMULER LE RAPPEL D'APPRENTISSAGE ANTERIEUR (*PRE-REQUIS*):

Rappel des ACQUIS PRE-REQUIS suivant la PROCEDURE sélectionnée par le STRATEGE - en fonction du STYLE d'APPRENTISSAGE de l'ETUDIANT.

2.14- PRESENTER DES STIMULI A CARACTERE DISTINCTIF:

Présentation adéquate de l'APPRENTISSAGE NOUVEAU, en fonction du STYLE d'APPRENTISSAGE de l'ETUDIANT.

Ainsi, pour un CONCEPT, un des MODES de REPRESENTATION suivants peut être sélectionné - d'après les DONNEES du STRATEGE:

a) DEFINITION du CONCEPT;

b) représentation VERBALE du CONCEPT illustrant l'EXEMPLE le plus COURANT ou FAMILIER de celui-ci;

c) représentation GRAPHIQUE du CONCEPT ou sa MODELISATION, illustrant l'EXEMPLE le plus COURANT ou FAMILIER de celui-ci;

2.16- GUIDER L'APPRENTISSAGE:

Cette PHASE est au coeur de la PROCEDURE TUTORIELLE.

Le choix du NIVEAU de PILOTAGE, pouvant aller d'un MINIMUM d'aide - RECHERCHE INDUCTIVE - à un MAXIMUM - MISE en EVIDENCE EXPLICITE de TOUTES les caractéristiques du CONTENU d'APPRENTISSAGE -, est fait d'après les DONNEES du STRATEGE.

Dans le cas d'un CONCEPT, ces niveaux minima et maxima peuvent se définir ainsi:

a) (MINIMUM) - recherche maieutique, par l'ETUDIANT, d'un EXEMPLE-TYPE du CONCEPT;

b) (MAXIMUM) - explicitation à l'ETUDIANT de TOUS les ATTRIBUTS CRITIQUES du CONCEPT, à travers un EXEMPLE-TYPE (ou l'EXEMPLE le plus FAMILIER).

2.16- PROVOQUER LA PERFORMANCE:

Au cours de cette PHASE, un ENTRAINEMENT pertinent est fourni à l'ETUDIANT, afin d'assurer la PERFORMANCE voulue, en fonction du type SPECIFIQUE d'APPRENTISSAGE requis.

Dans le cas d'un CONCEPT, une SERIE RATIONNELLE - ADEQUATE - d'EXEMPLES et de NON-EXEMPLES est présentée à l'ETUDIANT, d'après les DONNEES du STRATEGE.

2.17- PROCURER DE LA RETRO-INFORMATION SIGNIFIANTE:

Donner l'INFORMATION IMMEDIATE au sujet des réponses CORRECTES et INCORRECTES de l'ETUDIANT, ainsi que les CAUSES PROBABLES des CARENCES observées.

L'action de cette PHASE de PROCEDURE n'est pas fixée suivant la SEQUENCE montrée, mais doit être opérante à TOUT moment où une REPONSE est demandée de l'ETUDIANT.

Les ACTIONS de RETRO-INFORMATION sont définies à partir des données conjointes des UNITES de DIALOGUE, de STRATEGE et de DIAGNOSTIC.

2.18- FIXER LA PERFORMANCE:

Cette PHASE correspond à l'EVALUATION finale de l'ACQUISITION d'APPRENTISSAGE.

Dans le cas d'un CONCEPT, la PROCEDURE consiste à présenter à l'ETUDIANT une NOUVELLE SERIE RATIONNELLE d'EXEMPLES et de NON-EXEMPLES - couvrant le même éventail que la SERIE RATIONNELLE d'ENSEIGNEMENT.

La RETRO-INFORMATION consécutive à cette phase doit fournir les informations suivantes:

a) si la MAITRISE est acquise;

b) sinon, l'INDICATION des ERREURS SPECIFIQUES - définies par une des UNITES DIAGNOSTIQUES;

c) et l'INFORMATION sur les PROCEDURES CORRECTIVES à SUIVRE - telles qu'elles sont définies par les UNITES CORRECTIVES spécifiques.

2.19- INTENSIFIER LA RETENTION & LE TRANSFERT D'APPRENTISSAGE

(*Processus de REVISION et de SUIVI - à court ou moyen terme*):

Cette PHASE n'appartient pas explicitement au présent MODULE: elle constitue une PROCEDURE distincte de REVISION d'un APPRENTISSAGE.

Elle n'intervient donc JAMAIS, lors d'un PREMIER APPRENTISSAGE, et elle intervient SEULE, lors d'une REVISION.

Dans le cas d'un CONCEPT, la PROCEDURE courante consistera à présenter de trois à cinq INSTANCES VARIEES du CONCEPT, suivant un NIVEAU de DIFFICULTE déterminé en fonction du STADE où est rendu l'ETUDIANT.

2.2- SOUS-MODULE RETRO-INFORMATIF

Il s'agit d'un MODULE DE DECISION, c'est-à-dire qu'il applique des REGLES de décision, en fonction des HYPOTHESES disponibles.

Les décisions qu'il a à EVALUER doivent permettre de déterminer les PARAMETRES de RETRO-INFORMATION dans TOUTES les situations d'INTERACTION entre le SYSTEME et l'ETUDIANT.

Les REGLES APPLICABLES dépendent des facteurs suivants:

2.21- La STRATEGIE d'INTERVENTION définie par le MODULE STRATEGE.

2.22- La PHASE d'APPRENTISSAGE concernée - EVEIL, EXPECTATIVE, REACTIVATION, PERCEPTION SELECTIVE, ENCODAGE SEMANTIQUE, etc.. ACQUISITION.

2.23- Le TYPE SPECIFIQUE d'APPRENTISSAGE concerné - CONCEPT, REGLE, etc...

2.24- Le DIAGNOSTIC spécifique des ERREURS-TYPES, lorsqu'il a lieu de façon IMMEDIATE (sans influence présente sur la STRATEGIE choisie).

2.3- SOUS-MODULE STRATEGIQUE

Il s'agit également d'un MODULE DE DECISION.

Ses REGLES de DECISION concernent le CHOIX parmi les PROCEDURES DIDACTIQUES ALTERNATIVES disponibles, en fonction des VARIABLES suivantes:

2.31- Le TYPE SPECIFIQUE d'APPRENTISSAGE envisagé - CONCEPTS, REGLES, PSYCHOMOTEUR, etc..

2.32- Le NIVEAU pré-déterminé - en regard du PUBLIC-CIBLE et des OBJECTIFS finaux - de l'APPRENTISSAGE visé (incidence générale).

2.33- Le DOSSIER CUMULATIF de l'ETUDIANT concerné (incidence spécifique).

3. STRUCTURE DU MODULE DE CLOTURE

Le MODULE de CLOTURE est un module d'ACTION et de SECURITE devant intervenir TOUJOURS, en fin de SESSION.

Plusieurs types de CLOTURES doivent être envisagées, suivant la façon dont l'ETUDIANT quitte le SYSTEME - NORMALE, INTEMPESTIVE ou ACCIDENTELLE.

Cela implique de prévoir trois PROCEDURES SPECIFIQUES de CLOTURE:

3.1- La PROCEDURE de CLOTURE NORMALE.

3.2- La PROCEDURE de CLOTURE INTEMPESTIVE.

3.3- La PROCEDURE de CLOTURE ACCIDENTELLE.

3.1- PROCEDURE de CLOTURE NORMALE:

Lorsque l'ETUDIANT a acquis la MAITRISE d'un APPRENTISSAGE donné, le TUTEUR peut offrir l'ALTERNATIVE suivante:

3.11- Continuer la SESSION, en EXECUTANT une autre TACHE.

3.12- Arrêter la SESSION normalement.

Si l'ETUDIANT choisit de CONTINUER, le CONTROLE est redonné au MODULE d'INITIALISATION, pour le CHOIX d'un AUTRE APPRENTISSAGE, après MISE A JOUR du DOSSIER CUMULATIF.

S'il choisit d'ARRETER la session, il y a MISE A JOUR du DOSSIER CUMULATIF et ARRET du SYSTEME.

3.2- PROCEDURE de CLOTURE INTEMPESTIVE:

Il y a CLOTURE INTEMPESTIVE, chaque fois que l'ETUDIANT ABANDONNE une SESSION de travail AVANT d'avoir complété une TACHE DONNEE, c'est-à-dire sans avoir atteint la MAITRISE d'APPRENTISSAGE requise.

Deux cas peuvent alors se produire:

3.21- (COUPURE): l'ETUDIANT ferme ou DEBRANCHE le SYSTEME.

3.22- (ABANDON): l'ETUDIANT ABANDONNE simplement la SESSION.

Dans le premier cas, le SYSTEME ne peut évidemment RIEN faire et tout se passe comme lors d'une CLOTURE ACCIDENTELLE.

Dans le second cas, il y a MISE A JOUR du DOSSIER CUMULATIF, PRISE en COMPTE de l'ABANDON et ARRET du SYSTEME, après un certain DELAI.

3.3- PROCEDURE de CLOTURE ACCIDENTELLE:

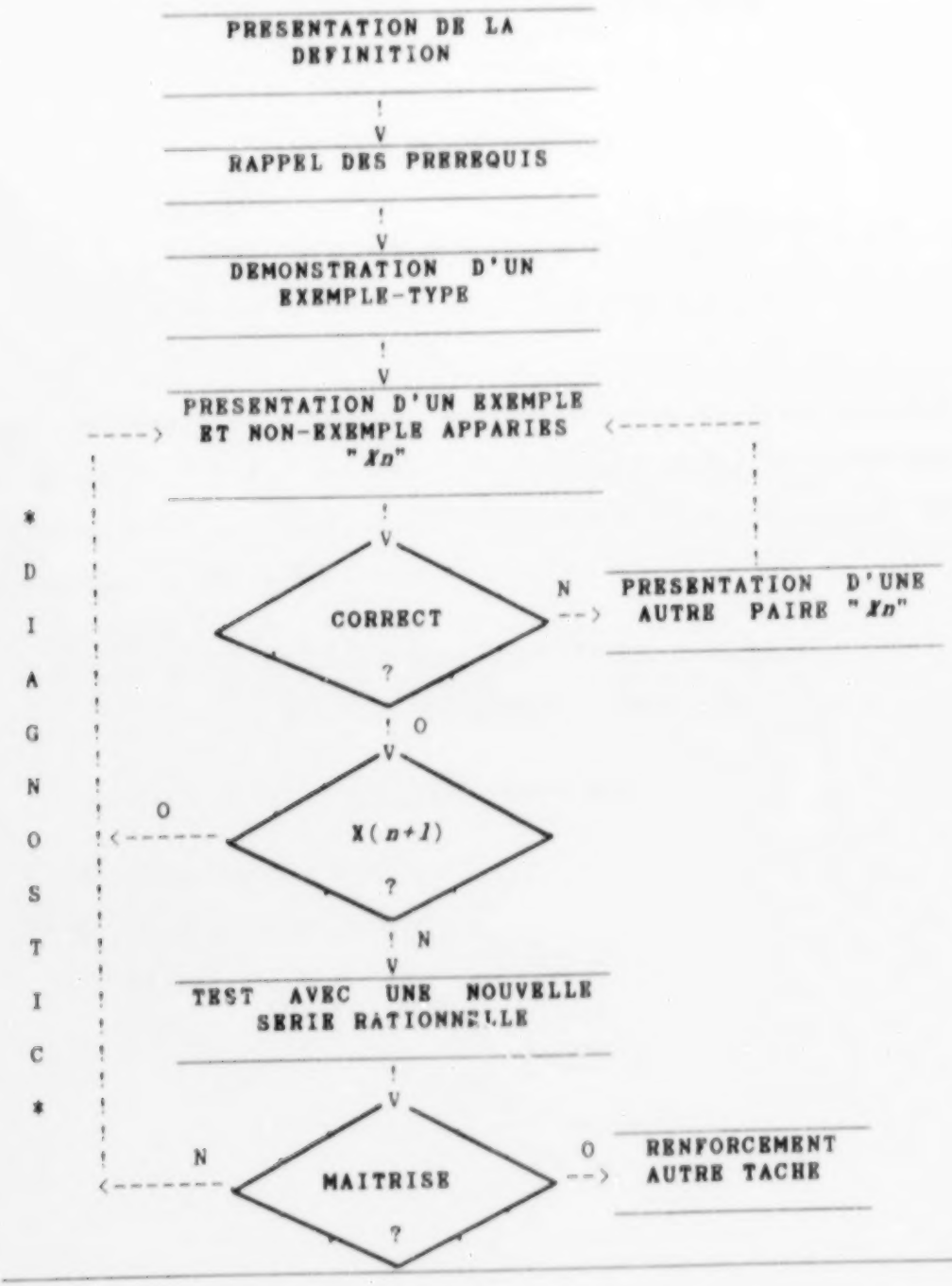
Aucune PROCEDURE ne peut être prise lors d'une COUPURE, accidentelle ou intempestive du courant.

Afin d'éviter la perte TOTALE du travail accompli par l'ETUDIANT durant la SESSION, une PROCEDURE de SECURITE doit assurer néanmoins la Mise à jour PERIODIQUE du DOSSIER CUMULATIF, notamment lors de chaque opération DIAGNOSTIQUE.

Ainsi, ce qui est perdu se LIMITE à ce qui a été fait DEPUIS la dernière OPERATION DIAGNOSTIQUE.

* * * * *

ALGORITHME TUTORIEL CONCEPTUEL



CHAPITRE D

DEVELOPPEMENT DES PROTOTYPES TUTORIELS

Ce chapître concerne le quatrième axe de développement du projet, lié à l'informatisation des prototypes tutoriels (*Socratix-0.1 & 0.2*). Le texte qui suit se réfère à la production portant le titre:

"STRUCTURES INFORMATIQUES DU PROTOTYPE TUTORIEL CONCEPTUEL: (*SOCRATIX-0.2*)"
(cf. RAPPORT TECHNIQUE IV/PPMEP-10)

Le chapître comprend trois parties:

1- Socratix-0.1 & 0.2

2- Un prototype limité

3- La banque de données

* * *

L'INFORMATISATION DE SOCRATIX

Un des objectifs du projet "*Socratix*" était la programmation d'un tuteur ayant les caractéristiques suivantes:

1- Une expertise en didactique des concepts;

2- Une expertise diagnostique (capacité de générer un modèle cognitif adéquat de l'apprenant);

3- Une expertise stratégique (capacité d'adapter le niveau d'enseignement et les objectifs d'apprentissage de façon dynamique);

4- Applicable à tout domaine de contenus, pourvu que ces contenus soient des concepts.

Il fallait donc automatiser ces différentes expertises (*les programmer*) et, pour ce faire, elles devaient être d'abord explicitées, puis traduites dans un formalisme de représentation se prêtant à un traitement automatique.

Le substrat de ces expertises est le concept. L'expertise didactique se réfère inévitablement aux propriétés des concepts dans sa formulation. Il en va de même pour l'expertise diagnostique. L'expertise stratégique, quant à elle, se réfère surtout aux conclusions des précédentes.

Puisque le tuteur se veut universel (*indépendant de tout contenu*), les propriétés d'un concept ne doivent pas dépendre de la dénotation (*ou signification*) de ce concept. En fait, ces propriétés seront structurelles; elles se rapporteront au type d'organisation de l'information constituant le concept.

Voilà donc un aperçu sommaire du problème informatique que posait la réalisation de Socratix.

A l'intérieur du projet, un modèle didactique a été mis au point et a été testé grâce à deux prototypes limités du tuteur conceptuel (*Socratix-0.1 & 0.2*). Une théorie de la représentation des concepts en réseau a ensuit été développée.

1. SOCRATIX-0.1 & 0.2

Plusieurs recherches ont démontré l'efficacité de l'utilisation de "*séries rationnelles*" dans l'enseignement des concepts. Pourtant, ces recherches ont principalement, jusqu'à maintenant, expérimenté cette méthode didactique dans le cadre restreint de l'apprentissage d'un seul concept "*isolé*" ou de quelques concepts "*associés*". Cependant, un concept n'est pas une unité de connaissance "*fermée*"; sa compréhension dépend de la compréhension préalable des concepts qui participent à sa définition.

Il restait donc à amplifier la méthode didactique de façon à tenir compte des pré-requis d'apprentissage (*la hiérarchie didactique*) et à tester cette méthode a de poursuivre plus avant. (*Pour une discussion plus complète, se référer aux documents de B. F. Rousse*).

De plus, la problématique d'un tuteur conceptuel informatisé est à ce point vaste qu'il est nécessaire d'appliquer cette stratégie commune au développement des systèmes informatiques complexes: d'aborda construire un prototype limité qui exhibe un bon nombre des propriétés souhaitées du produit final, puis le tester intensivement afin d'en définir les limitations prévues et imprévues. Il s'agit là d'une phase exploratoire nécessaire quand l'étendue du problème à résoudre est imparfaitement connue.

Finalement, les résultats accumulés lors de l'expérimentation du prototype qu'est Socratix 0.2 (*de mai 1984 à mai 1985*) permettent de substancier et d'émettre plusieurs hypothèses importantes concernant la méthode didactique employée (*c.f. B.F.Rousse*). L'expérimentation de mai 1984 s'est faite avec la première version du prototype (*Socratix 0.1*). Dès octobre 1984, la nouvelle version substantiellement modifiée et améliorée a été utilisée.

2. Un prototype limité

Pour l'élaboration de Socratix 0.2 plusieurs paramètres ont été fixés. L'objectif d'apprentissage final, ainsi que l'ordre de présentation des concepts pré-requis sont prédéterminés. Le niveau de langage et le degré de spécialisation demandés de l'apprenant sont eux-aussi prédéterminés. Le prototype ne construit pas de modèle cognitif de l'apprenant se contentant de faire un diagnostic immédiat de ses erreurs (*sous-généralisation, sur-généralisation ou confusion*) et d'offrir un traitement remédiatif conséquent. Enfin, le mode de présentation est limité au texte écrit et à la représentation graphique. Néanmoins l'élaboration de ce prototype s'est avéré une tâche d'une dimension appréciable.

Le domaine de contenu choisi pour l'expérimentation de Socratix (*versions 0.1 & 0.2*) est celui des TYPES DE CIRCUITS ELECTRIQUES. Il s'agit du concept de CIRCUIT ELECTRIQUE et de ses SOUS-CONCEPTS CIRCUIT ELECTRIQUE ELEMENTAIRE, EN SERIE, PARALLELE et MIXTE (*qui sont donc des concepts associés*). A ces concepts s'ajoutent les concepts prérequis de CONDUCTEUR ELECTRIQUE, SOURCE ELECTRIQUE, RESISTANCE ELECTRIQUE et de TRAJET ELECTRIQUE, ainsi que leurs représentations graphiques. L'objectif final était la connaissance des types de circuits électriques.

Socratix-0.2 présente les concepts autres que les types de circuits électriques (*les pré-requis*) de façon abrégée. Puis les quatre types de circuits sont présentés selon l'algorithme du modèle didactique. Ce modèle, en fait, est double, puisque deux procédures sont disponibles. La première, dite "*normale*", présente chaque concept indépendamment et séquentiellement. La seconde, dite en "*cascade*", présente les quatre concepts associés conjointement (*deux par deux*) en faisant ressortir leurs différences de fççon comparative. Le choix de la méthode est pré-fixé pour chaque apprenant, pour des raisons expérimentales (*pour une discussion détaillée, voir l'étude de B.F.Rousse: PPMEP-06*).

Le choix des types de circuits électriques comme domaine de contenu pour l'expérimentation a deux justifications. La première découle d'un sondage auprès de professeurs et d'étudiants du secteur secondaire professionnel, lequel place l'électricité parmi les sujets les plus problématiques, tant à enseigner qu'à apprendre (...) (*cf. le rapport de L.Rapagna: PPMEP-18*). La deuxième est d'ordre représentationnel: les types de circuits électriques se prêtent bien à une représentation graphique simple et efficace.

La première étape de la réalisation de Socratix-0.2 a été la création d'une banque de concepts pour les types de circuits électriques. Cette banque contient les définitions de chaque concept, ainsi que l'information graphique et verbale nécessaire à Socratix-0.2 dans sa démarche didactique. La mise au point de cette banque a nécessité la création d'un langage graphique et d'un logiciel (*EDITCON*) permettant de créer et d'éditer la banque de concepts.

La deuxième étape fut la programmation comme telle de Socratix-0.2. Socratix-0.1 a été, suite à une première expérimentation, au mois de mai 1984, considérablement amélioré. Toutes les informations qui suivent se rapportent à la nouvelle version 0.2 (*octobre 1984*). Néanmoins, un aperçu des modifications majeures apportées à la première version (*0.1*) se trouve à l'appendice A (*PPMEP-10, Rapport Technique IV*).

Les activités comportent la mise au point de la banque de connaissances d'un petit système-expert. Ceci permettra une étude approfondie des problèmes d'analyse informatique des contenus.

3. La banque de données

L'environnement informatique, un micro-prolog augmenté, permet déjà l'exploration interactive de l'expertise. Il faudra néanmoins augmenter la qualité de son interface pour permettre l'interprétation de requêtes en langage courant et la communication des réponses aussi en langage naturel.

3.1- Le problème de la représentation graphique

Pour des raisons de compatibilité avec le matériel disponible dans les écoles et de performance minimale, il a été décidé d'implanter Socratix-0.2 sur le PC d'IBM, avec 128K de mémoire, un lecteur de disques double face et écran graphique noir-et-blanc, comme configuration minimale.

Puisque les attributs des types de circuits électriqus sont présentés de façon graphique (*forme du circuit, continuité des conducteurs, nombre de trajets, nombre de résistances par trajet, etc..*), il était essentiel que le graphisme soit clair et précis. Par exemple, les diagonales devaient être de vraies diagonales, pas une série de traits brisés (*ce qui entre autre aurait interféré de façon grave avec la perception de l'attribut de continuité dans un circuit*).

Aucun logiciel de génération graphique disponible sur l'IBM PC n'offrait conjointement une qualité graphique acceptable et la possibilité d'intégration à un programme écrit dans un langage de haut niveau.

Il a donc fallu avoir recours à l'emploi de caractères graphiques et créer un langage graphique intégrable à l'éditeur de concepts et au tuteur.

Un caractère graphique est semblable en tout à un caractère alphanumérique (*les lettres, chiffres etc.*) sauf que, contrairement à ces derniers qui sont prédéfinis, il est possible de les définir par programme. Un caractère est défini par huit rangées de huit points codés numériquement (*illustration 1*).

Faire du graphisme avec des caractères graphiques est l'équivalent d'écrire un texte avec comme lettres des parties de dessin (*illustration 2*).

Après une analyse des constituants des dessins de circuits électriques, un ensemble de caractères graphiques a été mis au point. A l'aide de ces caractères il est possible de construire les différent dessins de circuits nécessaires à Socratix 0.2.

Un peu comme on construit un mot à partir de lettres, des composantes de circuits électriques ont été définies par l'assemblage de ces caractères: ce sont les macros graphiques (*illustration 3*). Un langage graphique a été développé, non seulement pour représenter ces macros, mais aussi pour utiliser macros et caractères afin de dessiner des circuits électriques. Le langage permet aussi de faire de l'animation et est capable de mélanger texte et dessin (*voir appendice B pour une description formelle du langage graphique: PPMEP-10*).

L'interprète pour ce langage a été écrit en Pascal. Il a été intégré et à l'éditeur de banque de concepts et à Socratix 0.2.

Soixante-huit caractères graphiques et cent-vingt-deux macros ont été créés. Le langage graphique permet de les utiliser en mode graphique haute-résolution (*80 caractères par ligne et 24 lignes*) avec comme résultat des graphiques très lisibles et très propres (*voir appendice C pour la liste des caractères graphiques: PPMEP-10*).

Le langage graphique est d'application générale, par contre les caractères et les macros graphiques ont été spécifiquement conçus pour représenter une classe restreinte de circuits électriques. Ce langage ainsi que l'éditeur de concepts ont été créés dans le seul but de permettre l'élaboration de Socratix 0.2: ils n'ont ni la prétension d'être facile d'utilisation pour le non-initié ni celle d'être des outils d'application générale. Ils se sont par contre avérés essentiels comme outils de développement pour Socratix 0.2.

3.2- Organisation des données décrivant un concept

A chaque concept sont associées des données qui lui sont spécifiques. Une partie de ces données DEFINISSENT le concept: ce sont les attributs critiques et les attributs variables avec leurs champs de variation. Des données supplémentaire concernent l'information nécessaire aux mécanismes d'interaction avec l'apprenant: certaines concernent l'ensemble du concept, d'autres sont spécifiques à chaque attribut critique.

Voyons l'organisation d'un concept dans la banque de concepts que maintient le programme EDITCON:

1- INFORMATIONS GLOBALES:

1.1 Le NOM du concept;

1.2 Le NOMBRE de ses ATTRIBUTS CRITIQUES;

1.3 Le NOMBRE de ses ATTRIBUTS VARIABLES;

1.4 Le NOMBRE de paires d'exemple et non-exemple;

1.5 Le NOMBRE de paires dévolues à la série didactique;

(i.e. utilisées pour l'acquisition du concept; le même nombre est réservé pour tester l'acquisition et le reste sert de paires supplémentaires disponibles lors de l'acquisition comme supplément facultatif);

1.6 Message qui MOTIVE l'apprentissage du concept;

(la partie spécifique au concept du message standard utilisé par le tuteur pour motiver l'apprentissage du concept);

1.7 Message qui RAPPELE les concepts déjà appris et qui sont pré-requis à l'apprentissage du concept.

2- *INFORMATION PRESENTE POUR CHAQUE ATTRIBUT CRITIQUE:*

2.1 Le NOM de l'attribut critique;

2.2 Le message signalant la PRESENCE de l'attribut critique dans un exemple du concept;

2.3 Le message signalant l'ABSENCE de l'attribut critique dans un non-exemple du concept.

3- *INFORMATION PRESENTE POUR CHAQUE ATTRIBUT VARIABLE:*

3.1 Le NOM de l'attribut variable;

3.2 Le domaine de variation de l'attribut variable;

(Il est à noter que ceux-ci ont été soumis à plusieurs révisions plus ou moins importantes tout au long de l'élaboration de Socratix 0.2.)

4- *POUR CHAQUE EXEMPLE DE CHAQUE PAIRE* (d'exemple et non-exemple proche):

4.1 La valeur de chaque ATTRIBUT VARIABLE;

(valeur documentaire seulement)

4.2 La description en langage graphique de l'exemple;

4.3 La description graphique de la MISE EN EVIDENCE pour chaque attribut critique.

(séquence d'animation)

5- POUR CHAQUE NON-EXEMPLE DE CHAQUE PAIRE (d'exemple et non-exemple proche):

5.1 L'index de l'attribut critique MANQUANT;

(le non-exemple ne diffère de l'exemple que par l'absence d'un seul attribut critique)

5.2 La valeur de chaque ATTRIBUT VARIABLE;

(valeur documentaire seulement)

5.3 La description en langage graphique du non-exemple;

5.4 La description graphique de la MISE EN EVIDENCE pour CHAQUE attribut critique - présent ou manquant;

(séquence d'animation)

3.3- EDITCON: l'éditeur de la banque de concepts

La banque de concepts, de sa création à son état final, a subi de nombreuses modifications et améliorations. Dans la première version de Socratix (*0.1*), les concepts étaient au nombre de 12: les 4 types de circuits électriques et les concepts pré-requis en électricité.

Maintenant, les concepts pré-requis n'ont plus le même statut que les types de circuits électriques. Ils ne sont pas soumis au traitement didactique complet tel qu'élaboré dans le modèle didactique; ils reçoivent un traitement abrégé et leur présence dans la banque de concepts n'est plus requise, du moins dans l'état actuel du prototype.

La première banque comportait une quantité substancielle d'information qui subissait fréquemment des transformations importantes. La nouvelle banque, plus modeste (*2*), a été elle aussi l'objet d'un grand nombre de manipulations. Un éditeur de banque de concepts a donc été un outil essentiel. L'investissement considérable (*en efforts*) qu'a constituée la programmation de cet éditeur s'est avéré finalement très rentable.

L'éditeur s'est montré surtout rentable dans l'expérimentation et la mise au point des séquences d'animation qui accompagnent CHAQUE attribut critique de CHAQUE membre de CHAQUE paire d'exemple et non-exemple. L'éditeur permet de tester très facilement plusieurs façons de coder dans le langage graphique, soit le dessin d'un exemple d'un concept, soit la mise en évidence d'un attribut critique de ce concept.

L'éditeur est commandé par des menus donnant accès à différentes options. Celles-ci permettent de:

1. *Lister les noms des concepts mis en banque;*
2. *Vérifier ou modifier la hiérarchie didactique;* (l'ordre dans lequel le tuteur présentera les concepts)
3. *Ajouter un nouveau concept à la banque;* (cela se fait interactivement)
4. *Enlever un concept de la banque et de la hiérarchie didactique;*
5. *Modifier n'importe quelle partie d'un concept.* (de façon interactive et avec l'aide de sous-menus)

Plusieurs options sont offertes pour modifier un concept. On peut notamment modifier:

1. *son information GLOBALE (voir plus haut);*
2. *l'information sur les ATTRIBUTS CRITIQUES;*
3. *l'information sur les ATTRIBUTS VARIABLES;*
4. *l'information sur les SERIES de paires:* (par paire individuelle ou par série complète; c'est ici que se retrouvent les descriptions en langage graphique)

L'éditeur comprend de plus un compilateur et un décompilateur pour le langage graphique. Lorsqu'une description graphique est donnée à l'éditeur, celui-ci la traduit dans une forme différente, qui est alors exécutée par l'interprète graphique. Cette forme intermédiaire permet une exécution très rapide des descriptions graphiques.

La première version de Socratix exécutait la forme non-traduite, avec un niveau de performance assez médiocre.

Avec un nouvel interprète et un compilateur, la deuxième version possède des performances graphiques excellentes tout en conservant la flexibilité du langage graphique.

Lors de l'édition des descriptions graphiques, ce processus de compilation est totalement invisible, puisqu'un décompilateur permet d'offrir à l'usager les descriptions graphiques, dans leur forme originale, c'est-à-dire celle sous laquelle elles ont été entrées.

Avant d'aborder la construction du prototype tutoriel, il a donc fallu décider de la représentation informatique d'un concept, créer des outils graphiques efficaces et construire un éditeur de banque de concepts flexible. Ceux-ci ont été soumis à plusieurs révisions plus ou moins importantes, tout au long de l'élaboration de Socratix-0.2.

* * * * *

PARTIE IV

Cette quatrième partie de ce rapport de recherche traite des procédures d'expérimentation du prototype, des résultats obtenus et des analyses statistiques effectuées. Elle se compose des chapîtres suivants:

A. Pré-exprérimentation. *147*

B. Expérimentation du premier prototype. . . . *160*

C. Analyses & résultats. *176*

* * *

CHAPITRE A

PRE-EXPERIMENTATION

Ce chapître relate les opérations pré-expérimentales effectuées. Il décrit de plus le protocole de pré-expérimentation utilisé en vue de mettre à l'essai le modèle didactique et les contenus développés, avant la mise au point finale du prototype informatisé.

Le chapître comprend trois parties:

1- Analyse du niveau de langage 147

2- Cadre de pré-expérimentation 148

3- Protocole pré-expérimental 150

* * *

1. ANALYSE DU NIVEAU DE LANGAGE

Tenant compte des caractéristiques connues de la clientèle expérimentale (*professionnel court - équipement motorisé*) à laquelle s'adressait le présent projet, il était prévisible de rencontrer des difficultés au niveau de la langue, plus précisément en ce qui concerne la compréhension du vocabulaire requis lors de l'apprentissage.

L'équipe fit donc appel à une spécialiste en "*orthopédagogie*", du département d'Orthopédagogie de l'Université de Montréal, pour tester le "*niveau de langage*" de ce type de clientèle, en vue de détecter les carences possibles et d'adapter le vocabulaire utilisé dans les modules didactiques à ce niveau.

Un échantillon de 9 étudiants d'équipement motorisé de l'Ecole polyvalente Pt-Viau (*l'école d'expérimentation du prototype*), mais ne faisant pas partie de l'échantillon expérimental, furent sélectionnés au hasard et passèrent des tests de lecture et de compréhension, sous la forme d'entrevue individuelle (*le matériel choisi était un ensemble d'extraits de manuels scolaires sur la technologie automobile, destinés à leur niveau académique*).

Cet examen minutieux ne révèla, selon l'expert, aucun trouble profond de lecture, mais confirma notre présomption d'une pauvreté notable au niveau du vocabulaire et de la terminologie courante du domaine de formation spécifique des sujets choisis (*notamment, la signification de la plupart des termes technologiques français était ignorée; la référence aux termes anglo-saxons était toujours nécessaire pour déclencher la compréhension*).

2. CADRE DE PRE-EXPERIMENTATION

La pré-expérimentation du modèle didactique et des contenus des modules expérimentaux (*sur les types de circuits électriques*) fut ensuite menée auprès d'un groupe-classe d'équipement motorisé, dans un milieu homologue différent du milieu expérimental (*Ecole polyvalente Deux-Montagnes à St-Eustache*), afin de vérifier la cohérence du design avant la mise au point finale du prototype informatisé.

Un enseignant expérimenté dans le domaine et avec ce type de clientèle fut spécialement formé à l'approche didactique conceptuelle utilisée. Le protocole et les conditions expérimentales élaborés visaient à lui permettre une intervention personnelle auprès de chaque étudiant, afin de faciliter l'analyse des carences éventuelles. De plus, l'ensemble des événements expérimentaux étaient vidéographiés, pour

analyse ultérieure approfondie.

Tant l'observation directe (*par le didacticien, lequel n'intervenait pas dans la démarche didactique*) que l'analyse de l'enregistrement vidéoscopique de cette pré-expérimentation ont fait ressortir principalement les faits suivants:

1- l'enseignant, malgré sa préparation soignée et un protocole précis (voir plus loin), a beaucoup de difficultés à suivre rigoureusement une démarche didactique très différente de celles auxquelles il est habitué: notamment une tendance à "noyer" les étudiants sous une pluie d'informations techniques superflues - ainsi que cela fut constaté également dans l'observation des pratiques courantes, dans ce type de milieu scolaire (et dans d'autres);

2- les étudiants témoignent effectivement de manques généraux au niveau des termes courants de vocabulaire (i.e.: ... circuler, rebroussement, origine etc..);

3- la compréhension est généralement très rapide et soutenue, lorsque les séries d'exemples et non-exemples sont présentées adéquatement, c'est-à-dire sans information superflue ou imprécise.

Les résultats globaux de la pré-expérimentation semblaient confirmer la pertinence de l'informatisation du modèle didactique, sous forme tutorielle, afin d'en assurer une application rigoureuse, ce qui présentait à la fois un intérêt d'efficacité didactique et de rigueur dans les conditions expérimentales (*cf. PPMEP-06/Rapport Expérimental III*).

3. PROTOCOLE PRE-EXPERIMENTAL

Le protocole général de pré-expérimentation est décrit maintenant, en vue d'en expliciter la démarche. Four des infrmations plus détaillées, on peut se référer à la partie I du document portant le titre:

"RECUEIL DES PROTOCOLES D'EXPERIMENTATION"
(cf. RAPPORT TECHNIQUE X/PPMEP-16)

I.- OBJECTIF EXPERIMENTAL TERMINAL

* L'étudiant sera en mesure de classifier correctement n'importe quel exemple de "*circuit électrique*", représenté suivant le mode symbolique conventionnel, en identifiant les éléments montés en "*série*" et en "*parallèle*", et en discriminant explicitement toute instance non pertinente à la classe conceptuelle, sans commettre aucune erreur.

II.- HIERARCHIE CONCEPTUELLE

La tâche globale est subdivisée en trois concepts, dont le premier est "*pré-requis*" et les deux autres sont "*associés*":

A- le concept de CIRCUIT ELECTRIQUE (simple);

B- le concept de CIRCUIT ELECTRIQUE en SERIE;

C- le concept de CIRCUIT ELECTRIQUE en PARALLELE.

III.- CIRCUIT ELECTRIQUE SIMPLE

* DEFINITION:

On appelle "*circuit électrique*" un montage continu fermé, dans lequel peut "*circuler*" de l'électricité et composé des trois types d'éléments suivants:

- *au moins une "source" d'électricité;*
- *une ou plusieurs "résistances";*
- *des "conducteurs" reliant les éléments.*

* REPRESENTATION GRAPHIQUE CONVENTIONNELLE:

Chaque élément de circuit est représenté ainsi:

- *Source d'électricité:*
- *Résistance:*
- *Conducteur:*
- *Sens de circulation:*

* ATTRIBUTS CONCEPTUELS:

- Les ATTRIBUTS CRITIQUES:

. *Fonction: circulation d'électricité;*

. *Configuration: montage continu fermé;*

. *Composants:*

- *Sources;*
- *Résistances;*
- *Conducteurs.*

- Les ATTRIBUTS VARIABLES:

. *Sens de circulation;*

. *Nombre de composants de chaque type;*

. *Location des composants;*

. *Forme du circuit.*

* PRE-REQUIS:

Les concepts touchant les composants d'un circuit électrique sont appris simplement en terme de "*discrimination*", pour ce qui est de leur fonction, et en terme d'"*association*" pour ce qui est de leur représentation graphique:

- *Source d'électricité: (tout appareil fournissant de l'électricité).*

  Exemples:

  . *Batterie d'automobile;*
  . *Batterie de lampe de poche;*
  . *Pile de radio portative;*
  . *Alternateur d'automobile;*
  . *Centrale Hydro-électrique (prise de courant).*

- *Résistance électrique: (tout appareil fonctionnant à l'électricité).*

  Exemples:

  . *Grille-pain;*
  . *Bouilloire électrique;*
  . *Chauffage électrique;*
  . *Lampe;*
  . *Démarreur d'automobile;*
  . *Moteur d'essuie-glaces, etc...*

- *Conducteur électrique: (tout matériel laissant passer l'électricité).*

  Exemples:

  . *Fil de cuivre, de laiton, de fer, d'aluminium, etc..;*
  . *Barre de métal, etc...*

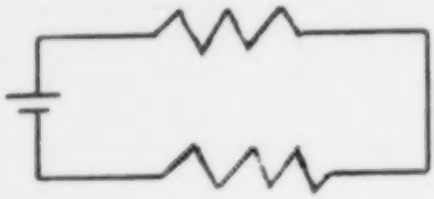
IV.- CIRCUIT ELECTRIQUE EN SERIE

* DEFINITION:

On appelle circuit électrique "*en série*" un circuit électrique ayant les caractéristiques suivantes:

- *il y a PLUSIEURS RESISTANCES dans le circuit;*
- *elles sont situées sur un même TRAJET de l'électricité.*

* *REPRESENTATION GRAPHIQUE:*



* *ATTRIBUTS CONCEPTUELS:*

- *Les ATTRIBUTS CRITIQUES:*
  - *au moins DEUX résistances;*
  - *un SEUL trajet de l'électricité.*
- Les ATTRIBUTS VARIABLES:
  - *(cf. III)*

* PRE-REQUIS:

Le concept de circuit électrique "*simple*".

V.- CIRCUIT ELECTRIQUE EN PARALLELE

* DEFINITION:

On appelle circuit électrique "*en parallèle*" un circuit ayant les caractéristiques suivantes:

- *PLUSIEURS résistances;*
- *PLUSIEURS trajets électriques.*

* REPRESENTATION GRAPHIQUE:

* ATTRIBUTS CONCEPTUELS:

- Les ATTRIBUTS CRITIQUES:

  . *Il y a PLUSIEURS résistances;*

  . *Chaque résistance est située sur un TRAJET différent de l'électricité.*

- Les ATTRIBUTS VARIABLES:

  . *Nombre de trajets électriques;*

  . *(cf. III/IV).*

* PRE-REQUIS:

Le concept de circuit électrique "*simple*" et celui de circuit électrique "*en série*". Les concepts "*série*" et "*parallèle*" sont considérés comme "*associés*", du fait des possibilités de confusion entre eux.

VI.- PROCEDURES EXPERIMENTALES

1- Attirer l'attention et la motivation de l'étudiant:

. *utilité de l'apprentissage à acquérir pour diagnostiquer et réparer le système électrique d'une automobile.*

2- L'informer de l'objectif général et spécifique de chaque phase d'apprentissage:

. *identification et représentation d'un circuit électrique, et classification des différents types de circuits;*

. *classification et discrimination du type spécifique du concept.*

3- Stimuler le rappel des pré-requis ou vérifier les acquis, suivant les cas:

. *Circuit électrique simple: pré-test pour vérifier que le concept n'est pas déjà connu;*

. *Circuits "en série" et "en parallèle": vérification d'acquisition du concept préalable.*

4- *Présenter l'exemple-type:*

. *Faire découvrir à l'étudiant les caractéristiques de cet exemple.*

5- *Guider l'apprentissage:*

. *Présentation de la série pairée d'exemples et non-exemples;*

. *Demander de discriminer l'exemple du non-exemple;*

. *Faire varier les paires suivant le champ de variation de la classe.*

6- *Evaluer l'apprentissage:*

. *Présenter aléatoirement de nouveaux exemples et non-exemples, un par un.*

VII.- PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1- **PRE-TEST**: Vérifier que les étudiants ne connaissent pas les concepts à acquérir.

(les éléments et concepts à apprendre ne doivent pas être explicités, afin d'éviter que le pré-test soit l'occasion d'un apprentissage incident).

2- PRESENTATION DU CONCEPT DE CIRCUIT SIMPLE:

- *Explicitation de l'exemple-type;*

- *Acquisition des pré-requis:*

  . *représentation graphique des composants (source, résistance, conducteur);*

  . *découverte guidée d'exemples pour chaque type.*

- *Présentation de la Série rationnelle d'enseignement;*

- *Présentation de la Série rationnelle nouvelle d'évaluation;*

- *Diagnostic et procédures correctives.*

3- PRESENTATION DU CONCEPT DE CIRCUIT "*EN SERIE*":

- *id°*

4- PRESENTATION DU CONCEPT DE CIRCUIT "*EN PARALLELE*":

- *id°*

* * * * *

CHAPITRE B

EXPERIMENTATION DU PREMIER PROTOTYPE

Ce chapître décrit premièrement le schéma expérimental élaboré pour valider le prototype (*Socratix-0.1*). En second lieu, il expose les procédure utilisées pour l'expérimentation.

Son contenu se réfère aux chapîtres 3 & 4 du document (*à consulter pour une étude plus approfondie*) portant le titre:

"ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE DIDACTIQUE INFORMATISE POUR L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTARITS CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL"
(*cf. RAPPORT EXPERIMENTAL III/PPMEP-06*)

Le chapître est organisé comme suit:

1- La population expérimentale. 161
2- Les hypothèses de recherche. 161
3- Les variables expérimentales 165
4- Le schéma expérimental 167
5- La méthodologie expérimentale. 170
6- Le déroulement expérimental. 172
7- Les protocoles expérimentaux 174

1. LA POPULATION EXPERIMENTALE

Quatre groupes-classes du secteur professionnel de la Polyvalente Pt-Vieu, à Chomedey, furent sélectionnées pour l'expérimentation du modèle didactique et du prototype de tutoriel conceptuel (*SOCRATIX-0.1*).

Afin de pouvoir comparer l'efficacité réelle du modèle, avec des sujets présentant des troubles prouvés d'apprentissage conceptuel et ne connaissant pas préalablement le domaine étudié (*les types de circuits électriques*), par rapport à des sujets moins problématiques et "*connaissant*" déjà le domaine, deux des classes d'expérimentation furent choisies en secondaire III, "*Equipement motorisé*", tandis que les deux autres venaient du secondaire IV, option "*Electrotechnique*".

2. LES HYPOTHESES DE RECHERCHE

Quatre hypothèses de recherche étaient développées pour mesurer, d'une part les différences possibles de résultats entre les deux types de clientèle (*"avec" ou "sans" connaissance préalable du domaine*), d'autre part l'impact relatif de trois types de traitements didactiques différents pour faciliter l'apprentissage des "*types de circuits électriques*".

HYPOTHESE UN

En nous basant sur les résultats de Scallon et al.(1983), nous pouvons présumer que le modèle didactique markléen est APPLICABLE à des clientèles présentant des difficultés d'apprentissage, c'est-à-dire notamment que les acquisitions démontrées par les clientèles visées seront, dans leur ensemble, significatives, indépendamment du concept associé concerné (quatre) ou du traitement envisagé (trois). (Fig. 3a)

HYPOTHESE DEUX

Selon la supposition markléenne que les carences d'apprentissage dépendent plus de l'inadéquacité des procédures didactiques que de déficiences de capacités cognitives chez l'étudiant, il N'Y AURA PAS de différences significatives de résultats moyens entre les types de sujets expérimentaux étudiés (secteurs "professionnel long" -L- et "professionnel court" -C-)(Fig. 3a), c'est-à-dire entre des sujets "ayant déjà une certaine connaissance préalable du domaine" et les sujets "novices" - notamment en ce qui concerne:

- *les scores de classification correcte;*
- *les erreurs de sur-généralisation;*
- *les erreurs de sous-généralisation;*
- *et ce, indépendamment du concept ou du traitement envisagés.*

HYPOTHESE TROIS

Selon les résultats acquis des recherches précédentes sur l'enseignement de concepts associés, la procédure "jumelée" FAVORISERA une meilleure acquisition de chacun des concepts associés par rapport à la procédure "dissociée" (Fig.3a), indépendamment de l'appartenance des sujets, de la façon suivante:

a) les scores de classification correcte seront SUPERIEURS, dans la moyenne, avec la procédure "jumelée";

b) les erreurs de sous-généralisation seront MOINS nombreuses, dans la moyenne, avec cette procédure "jumelée";

c) les erreurs de sur-généralisation seront MOINS nombreuses, dans la moyenne, avec cette procédure "jumelée";

d) les erreurs de confusion seront MOINS nombreuses, dans la moyenne, avec cette procédure "jumelée".

HYPOTHESE QUATRE

Considérant les risques de confusion pouvant résulter de l'apprentissage groupé de plusieurs concepts proches, il est supposé que l'adjonction d'une procédure complémentaire de "transfert" à la procédure "dissociée" AUGMENTERA le niveau de maîtrise pour chacun des concepts, indépendamment de la clientèle expérimentale considérée (Fig.3a), soit que:

a) le niveau moyen des scores de classication correcte sera SUPERIEUR avec la procédure de "transfert", par rapport aux deux autres (hyp. §3);

b) le niveau moyen de sous-généralisation sera INFERIEUR avec la procédure de "transfert", par rapport aux deux autres (hyp. §3);

c) le niveau moyen de sur-généralisation sera INFERIEUR avec la procédure de "transfert", par rapport aux deux autres (hyp. §3);

d) le niveau moyen de confusion sera INFERIEUR avec la procédure de "transfert", par rapport aux deux autres (hyp. §3);

HYPOTHESES de RECHERCHE

H1 :	XC , XL	>	20% (*)
H2 :	XaC	=	XaL
	XbC	=	XbL
	XcC	=	XcL
H3 :	Xb	>	Xa
H4 :	Xc	>	Xa , Xb

(*)- *probabilité de réponse au hasard pour 5 choix (Tests)*

VARIABLES INDEPENDANTES :

1. Traitements:
   - Xa = CONCEPTS "*DISSOCIES*"
   - Xb = CONCEPTS "*JUMELES*"
   - Xc = CONCEPTS "*DISSOCIES*" avec "*TRANSFERT*"
2. Clientèles:
   - L = PROFESSIONNEL *LONG*
   - C = PROFESSIONNEL *COURT*

VARIABLES DEPENDANTES :

- SCORES OBTENUS SUR *ORDINATEUR*
- SCORES AUX *POST-TESTS*

Figure 3a

3. LES VARIABLES EXPERIMENTALES

Les hypothèses énoncées précédemment impliquent la comparaison de trois types de traitements didactiques de quatre concepts associés en relation avec 2 catégories de clientèles.

3.1- VARIABLES INDEPENDANTES

Les traitements expérimentaux constituent des ensembles séparés et entièrement préfixés au niveau de leur désign: il s'agit de la première variable indépendante. Les deux types de clientèle choisis représentent la seconde variable indépendante.

La variable "*traitement*", avec trois niveaux, est caractérisée comme suit (*Fig.3a*):

1- Xa = Concepts "dissociés": ce niveau correspond au traitement "A", dans lequel chaque concept associé est présenté ISOLEMENT et SUCCESSIVEMENT, suivant un ordre formel de complexité croissante:

a) circuit électrique "élémentaire";
b) circuit électrique "en série";
c) circuit électrique "en parallèle";
d) circuit électrique "mixte".

2- Xb = Concepts "jumelés": ce niveau correspond au traitement "B", dans lequel tous les concepts associés sont présentés GLOBALEMENT. En fait, dans le cadre expérimental, la présentation sur l'ordinateur étant limitée à deux entités simultanées - à cause de la résolution graphique restreinte - la procédure de présentation du traitement "B" n'est pas pleinement "conjointe", mais "en cascade".

Dans cette procédure "*en cascade*", les séries relatives aux quatre concepts associés se présentent ainsi:

a) "élémentaire" + "série";

b) "série" + "parallèle";

c) "parallèle" + "mixte".

3- Xc = Concepts "dissociés" avec "transfert": ce niveau correspond au traitement "C", dans lequel une procédure de "transfert" - utilisant la même MISE en EVIDENCE des relations entre concepts associés que le traitement "B", mais réduite - est présentée, après le traitement "A".

La seconde variable indépendante, le "*type de clientèle*" a deux niveaux et se caractérise ainsi:

1- C = Etudiants en Equipement motorisé: cette population est préalablement identifiée comme présentant les PLUS GRANDES CARENCES sur le plan académique et se caractérise, de façon générale, par une INEXPERIENCE PREALABLE TOTALE du domaine expérimenté.

2- L = Etudiants en Electro-technique: cette population est supposée presenter de MEILLEURES HABILETES sur le plan académique et se caractérise par une certaine CONNAISSANCE PREALABLE du domaine expérimenté (les circuits électriques).

3.2- VARIABLES DEPENDANTES

Chaque sujet expérimental, considéré isolément ou comme partie d'un groupe spécifique, est soumis aléatoirement à l'administration de l'un des trois traitements. Dans le cadre des hypothèses posées, nous considérons comme variables dépendantes les scores obtenus, soit sur l'ordinateur, soit au post-test par chacun des sous-groupes expérimentaux déterminés par le type de traitement et le type de clientèle. Ces variables dépendantes couvrent donc les six niveaux de valeurs représentant les scores pour chacune des six cellules identifiées dans la figure 3b.

4. LE SCHEMA EXPERIMENTAL

Le schéma expérimental qui découle des hypothèses posées correspond à un schème du type 2x3, où trois traitements différenciés (*A, B et C*) sont appliqués à deux catégories de sujets (*L et C*). Cette configuration fournit six

groupes expérimentaux (*Fig.3b*) pour le traitement statistique:

- *XaL: Traitement "dissocié"/ Professionnel Long:*

- *XaC: Traitement "dissocié"/ Professionnel Court:*

- *XbL: Traitement "conjoint"/ Professionnel Long:*

- *XbC: Traitement "conjoint"/ Professionnel Court:*

- *XcL: Traitement avec "transfert"/ Professionnel Long:*

- *XcC: Traitement avec "transfert"/ Professionnel Court.*

SCHEME EXPERIMENTAL

		SUJETS	
		Professionnel	
		Court	*Long*
TRAITEMENTS	A	*XaC*	*XaL*
	B	*XbC*	*XbL*
	C	*XcC*	*XcL*

Figure 3b

5. LA METHODOLOGIE EXPERIMENTALE

En dehors du choix médiatique et des procédures de désign, dont il vient d'être traité, la méthodologie expérimentale s'appuye sur un certain nombre de procédures expérimentales classiques visant à garantir la fiabilité des données, en vue du traitement statistique ultérieur:

1- l'utilisation d'une procédure de pré et post-test (cf. Annexes ###);

2- l'attribution aléatoire des traitements aux sujets, à travers l'ensemble des groupes-classes (cf. Annexes ###).

PRE-TEST/POST-TEST

Une procédure expérimentale avec pré-test et post-test est utilisée, afin de tenir compte, dans l'évaluation des divers traitements didactiques soumis à l'investigation, des acquisitions préalables non contrôlées. Nous nous sommes assurés qu'aucun enseignement systématique des concepts associés expérimentaux n'a été dispensé durant la période scolaire précédant l'expérimentation, mais le domaine étudié - les circuits électriques - faisant néanmoins partie de notre environnement technologique courant, il semble fondamental d'en contrôler les effets diffus auprès des sujets expérimentaux.

De plus, le pré-test constitue l'instrument permettant de vérifier les différences effectives de formation préalable en fonction des deux échantillons expérimentaux.

Deux modèles de tests similaires ont été développés, par répartition aléatoire d'exemples et de non-exemples puisés dans une banque commune de séries rationnelles relatives à chacun des concepts associés de l'étude. Les deux mêmes questionnaires de test en résultant - "*A*" et "*B*" - sont administrés, par répartition aléatoire entre les sujets, respectivement comme pré et post-test, suivant un schème croisé: c'est-à-dire que si un sujet reçoit le questionnaire "*A*" en pré-test, il recevra le questionnaire "*B*" en post-test et réciproquement.

ATTRIBUTION ALEATOIRE

En ce qui concerne l'attribution des traitements expérimentaux aux sujets, une double procédure aléatoire est utilisée, afin d'annuler tout effet systématique dû aux caractéristiques spécifiques des sujets expérimentaux. Tout d'abord, les codes devant assurer l'anonymat aux sujets sont attribués aléatoirement, tout groupes confondus.

Ensuite, chaque code est pairé aléatoirement avec un traitement spécifique, en veillant néanmoins à une répartition égale des trois traitements, en terme de nombre total de sujets par traitement.

6. LE DEROULEMENT EXPERIMENTAL

Le processus expérimental a été mené en deux étapes:

1- une étape pré-expérimentale, visant à tester, avant son entrée sur ordinateur, une partie du matériel développé, avec un groupe présentant les mêmes caractéristiques que les sujets expérimentaux (cf. Annexes ###);

2- l'expérimentation proprement dite, répartie en trois phases (cf. Annexes ###):

a) l'administration des pré-tests sur papier;

b) l'expérimentation sur micro-ordinateur;

c) l'administration des post-tests sur papier.

Alors que les pré-tests et post-tests étaient administrés en classe, par les enseignants, respectivement deux jours avant et deux jours aprés l'expérimentation, celle-ci s'est déroulée au Laboratoire d'A.P.O. de la faculté des Sciences de l'Education de l'université de Montréal.

Cet arrangement fut pris à cause de l'impossibilité de disposer des équipements nécessaires en micro-ordinateurs à l'école fréquentée par les sujets expérimentaux. Ainsi, les étudiants des quatre groupes-classes composant la clientèle expérimentale durent être transportés de leur école à l'université par les soins des enseignants ayant participé à l'ensemble du projet. De ce fait, le temps alloué aux étudiants pour suivre l'ensemble des procédures expérimentales était strictement limité à un maximum de deux heures: il était nécessaire, en effet, qu'ils puissent rejoindre l'école avant le départ des autobus scolaires.

Toutefois, le stress que cette situation aurait pu créer chez les sujets ne semble pas avoir été notable, puisqu'aucun d'entre eux ne mit plus d'une heure et demie pour finaliser la totalité des onze modules didactiques présentés.

De plus, il est remarquable qu'aucun abandon n'ait été à signaler au cours de l'expérimentation, alors que la "*mortalité expérimentale*" fut très notable, tant au niveau du pré-test - 12 sujets - que du post-test - 3 sujets. Fait plus inattendu encore, la plupart des sujets ont travaillé sans interruption, durant toute la session expérimentale, bien qu'ils aient été informés qu'ils pouvaient à tout

moment prendre une pause à l'extérieur du laboratoire, sans préjudice pour leur travail.

7. LES PROTOCOLES EXPERIMENTAUX

Les protocoles expérimentaux utilisés ont été conçus de façon à assurer un contrôle optimal des variables mises en [illegible] (cf. *RAPPORT TECHNIQUE V-PPMEP-16*). L'expérimentation proprement dite, sur micro-ordinateur, était totalement "*auto-didactique*", c'est-à-dire qu'elle ne nécessitait absolument aucune intervention pédagogique, hormis la procédure d'utilisation de l'ordinateur - limitée à la localisation d'un nombre restreint de touches sur le clavier et à la compréhension sommaire de leur fonction.

L'une des trois procédures expérimentales était attribuée aléatoirement à chaque sujet et demeurait totalement "*transparente*" à celui-ci, qui avait accès au programme en entrant le numéro de code qui lui avait été attribué. L'étudiant(e) pouvait obtenir toutes les informations correctives souhaitées par lui, suite au diagnostic partiel clôturant chaque "*module*" pré-requis, et la démarche pouvait être interrompue sans préjudice, après n'importe quelle unité didactique.

De plus, l'administration de pré-test et post-test, sur papier permettait de contrôler le niveau d'acquisition dû au traitement expérimental administré. Rappelons que deux tests identiques, ne comportant que des exemples et non-exemples non utilisés lors de l'expérimentation et répartis aléatoirement comme pré ou post test, étaient soumis aux sujets suivant une procédure "*croisée*" (***Stolovitch, 1980***).

* * * * *

CHAPITRE C

ANALYSES & RESULTATS

Ce chapître traite des analyses statistiques faites pour vérifier les hypothèses de recherche émises et décrit les résultats expérimentaux obtenus.

Son contenu se réfère au chapître 5 du document (*à consulter pour une étude plus approfondie*) portant le titre:

"ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE DIDACTIQUE INFORMATISE POUR L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTARITS CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL"

(*cf. RAPPORT EXPERIMENTAL III/PPMEP-06*)

Le chapître est organisé comme suit:

1- Les analyses statistiques. 177

2- La présentation des résultats. 181

3- Résumé des résultats 190

1. LES ANALYSES STATISTIQUES

En ce qui concerne les hypothèses un et deux, seul l'accroissement de scores pré-post test est pertinent (*puisqu'il s'agit ici d'évaluer les gains effectifs d'apprentissage, et non les différences relatives entre traitements*), mais les hypothèses trois et quatre sont testées à la fois sur les scores obtenus sur ordinateur et sur papier (*pré-post tests critériés*). Par ailleurs, chaque hypothèse est testée, d'une part sur les scores totaux obtenus sur l'ensemble des concepts associés présentés, d'autre part sur les scores pour chacun des concepts pris isolément. Enfin, le traitement statistique des scores de "*confusion*" est abandonné, pour l'ensemble des hypothèses, du fait de l'insuffisance et du manque de précision diagnostique des données recueillies à ce niveau (*lié aux capacités restreintes du prototype*).

Il est convenu de n'accepter comme significatifs que les résultats valides à $p > .95$ ($\alpha = .05$).

De plus, l'échantillon statistique a été ramené à n=24, par élimination aléatoire d'un certain nombre de sujets, de façon à obtenir un nombre égal de sujets dans chaque population et dans chaque traitement expérimental, et afin de

pouvoir utiliser la méthode de Tukey pour faire des tests de discriminations multiples (*G.V.Glass, J.C.Stanley, 1970*).

HYPOTHESE UN

Pour tester cette hypothèse concernant la population spécifique étudiée, les scores obtenus aux pré-tests et aux post-tests critériés sur papier furent comparés, tous traitements confondus, pour l'échantillon global (*n=24*) et chaque sous-population (*n=12*): d'une part pour l'ensemble des concepts associés, d'autre part pour chacun de ceux-ci - circuit électrique "*élémentaire*", "*en série*", "*en parallèle*" et "*mixte*" - en ce qui concerne la seule classification correcte. Le Tableau II montre les moyennes de gains et les écarts-types pour l'ensemble des 15 sous-hypothèses statistiques correspondantes. Chacune a été vérifiée à l'aide d'un test pairé de distribution "*t*" (*Scheffé, 1960, ch.10*).

HYPOTHESE DEUX

Cette hypothèse, qui statue qu'il n'y a pas de différences significatives d'apprentissage entre des sujets "*ayant déjà une certaine connaissance préalable du domaine*" et des sujets "*novices*", impliquait pour sa validation que soit vérifiée préalablement la spécificité effective de chacune

des sous-populations expérimentales, en regard de leurs connaissances antérieures du domaine.

Cette pré-hypothèse a été vérifiée en effectuant un test de distribution "*t*" non pairée, sur les moyennes de scores indépendants de classification correcte des deux sous-populations concernées aux pré-tests critériés, pour l'ensemble des concepts et chacun d'entre eux. Les moyennes et écarts-types relatifs sont compilés dans le Tableau V. Le Tableau VI montre l'existence d'une différence de connaissances préalables significative ($p<.001$) entre le groupe composé de sujets "*novices*" (*E.Mo*) et celui "*ayant déjà une certaine connaissance du domaine*" (*Electro*), sauf pour les circuits "*élémentaires*" où l'hypothèse nulle n'a pas été rejetée ($.15>p>.10$).

L'hypothèse principale, touchant respectivement les différences de gains de scores pré-post tests de classification correcte, de sous-généralisation et de sur-généralisation entre chaque sous-population, a été vérifiée par une série de tests de distribution "*t*" non-pairées. Les résultats sont présentés respectivement dans le cadre de trois sous-hypothèses, pour l'ensemble des quatre concepts associés et chacun d'entre eux (*cf. chap.5 du Rapport Expérimental III/PPMEP-06: prière de s'y rapporter pour toute référence aux tableaux statistiques*).

MOYENNES & ECARTS-TYPES DES GAINS PRE-POST TESTS DE CLASSIFICATON CORRECTE

(par Population & Concept)

N=24

CONCEPTS		POPULATIONS ‹I›	‹II›	Totale
‹E›	M=	47.22	50.00	48.61
	D=	*31.65*	*47.67*	*39.60*
‹S›	M=	8.33	-4.17	2.08
	D=	*46.87*	*45.02*	*45.39*
‹P›	M=	15.28	6.94	11.11
	D=	*37.24*	*54.34*	*45.75*
‹M›	M=	12.50	-4.17	4.17
	D=	*56.91*	*14.43*	*41.49*
Tot.	M=	25.00	21.67	23.33
	D=	*30.30*	*21.25*	*25.65*

B.F.R.: 16/10/84 (THESTAB.01)

Légende:

M= MOYENNES D= ECARTS-TYPES

‹E›= Circuits élémentaires
‹S›= Circuits en série
‹P›= Circuits en parallèle
‹M›= Circuits mixtes

Tableau II

HYPOTHESES 3 & 4

Les résultats concernant les hypothèses trois et quatre ont été traités à l'aide d'analyses de variance (***BI-ANOVA***) à effets fixés et cellules égales, afin de permettre l'application de la méthode de **Tukey** de comparaisons multiples entre les moyennes cellulaires, lorsque les indices de distribution-F révélaient une probabilité acceptable ($\alpha < .05$) d'interraction factorielle (*les mêmes BIANOVA sont utilisées pour la vérification de l'hypothèse trois et quatre*).

Deux séries distinctes de BI-ANOVA furent utilisées pour chacune des sous-hypothèses relatives respectivement aux scores de CLASSIFICATION CORRECTE, de SUR-GENERALISATION et de SOUS-GENERALISATION, concernant:

1- *les différences de moyennes pré-post tests (sur papier), pour chacun des quatre concepts associés, pris globalement et séparément;*

2- *les moyennes obtenues sur ordinateur, pour chacun des quatre concepts, pris globalement et séparément.*

2. LA PRESENTATION DES RESULTATS

Ce qui suit constitue une présentation sommaire des résultats statistiques de l'expérimentation. Une présentation plus détaillée se trouve dans le document de recherche cité en référence (*cf. PPMEP-06*).

L'hypothèse concernant l'applicabilité du modèle didactique cognitiviste markléen (*Hyp.I*) à des clientèles présentant des difficultés spécifiques d'apprentissage aux niveaux abstrait et théorique a été vérifiée, pour l'ensemble de la population expérimentale ($p<.001$) et pour chaque sous-population - "*sans*" ($p<.02$ & $p<.001$) ou "*avec*" ($p<.01$) connaissances préalables du domaine , en ce qui concerne les gains pre-post tests sur papier de score de classification correcte de l'ensemble des concepts "*associés*" ($p<.001$, $p<.02$ & $p<.01$) d'une part, des circuits "*élémentaires*" ($p<.001$, $p<.001$ & $p<.01$) d'autre part. Par contre, aucun gain significatif n'a pu être constaté concernant les circuits "*en série*" ($.45>p>.25$), "*parallèles*" ($.35>p>.05$) ou "*mixtes*" ($.35>p>.15$).

L'hypothèse sur l'absence de différences d'acquisitions entre les deux groupes (*"avec" ou "sans" connaissances préalables du domaine)(Hyp.II*) a également été confirmée, suite à la validation de ces différences préalables sur les pré-tests ($p<.001$), pour l'ensemble et chacun des concepts, sauf les circuits "*élémentaires*" ($.15>p>.10$).

Aucune différence significative n'a été révélée entre les groupes expérimentaux, sur les scores d'accroissement critérié pré-post test de classification correcte à $p=.001$, pour chacun des concepts associés pris isolément ou globale-

ment (*hypothèses nulles non rejetées:.45>p>.15*). Les analyses de variance (*Tableau XII*) confirment l'absence d'interraction significative (*p<.05*) entre les sous-populations pour les gains pré-post tests de classification correcte.

Des résultats similaires ont été obtenus sur les scores de diminution critériée pré-post test de sur-généralisation, sauf en ce qui concerne les circuits "*élémentaires*", avec une diminution significativement supérieure (*p<.05*) pour la sous-population "*sans*" connaissances préalables, ainsi que les circuits "*parallèles*", avec une différence significative (*p<.02*) allant dans le même sens. Les analyses de variance (*Tableau XIV*) et l'application de la méthode-T sur les différences inter-population des circuits "*élémentaires*" et "*parallèles*" (*Tableau XXI*) confirment ces résultats, en ne montrant toutefois de différence significative (*p<.05*) que pour les derniers.

En ce qui concerne les diminutions d'erreurs de sous-généralisation, aucune différence n'est apparue entre les sous-populations "*avec*" ou "*sans*" connaissances préalables du domaine. Les analyses de variance des diminutions pré-post tests de sous-généralisation (*Tableau XI*) confirment l'absence de différences, pour l'ensemble des concepts (*aucune hypothèse nulle rejetée:.90>p>.25*).

L'hypothèse sur l'efficacité supérieure de la procédure "*jumelée*", par rapport à la procédure "*dissociée*" (*Hyp.III*), en ce qui concerne les gains pré-post tests sur papier de classification correcte, n'est confirmée que pour les circuits "*élémentaires*", où une même différence significative ($p<.05$) a été constatée, relativement aux deux autres traitements -"*dissocié*" et "*avec procédure de transfert*".

La même différence significative fut constatée pour les diminutions moyennes d'erreurs de sous-généralisation sur les circuits élémentaires, par rapport également aux deux autres traitements ($p<.05$). Toutefois, aucune différence d'aucune sorte n'a pu être constatée pour les diminutions moyennes d'erreurs de sur-généralisation.

Les scores moyens de classifications correctes sur l'ordinateur traduisaient la même tendance , avec une absence généralisée d'interractions significatives entre les divers traitements ($.75>p>.25$). Les scores moyens de sur-généralisations sur l'ordinateur n'indiquaient également aucune différences significatives entre traitements, sauf en ce qui concerne les circuits "*élémentaires*", pour lesquels la moyenne relative au traitement considéré "*jumelé*" est significativement supérieure ($p<.05$) à celles des deux autres traitements. Enfin, les scores moyens de sous-généralisations

sur l'ordinateur n'indiquaient aucune différence significative entre traitements pour chacun des concepts pris isolément (*.10>p>.25*), mais révèlent une différence significative sur l'ensemble des concepts associés (*p<.05*) entre le traitement "*jumelé*" et le traitement "*avec transfert*" seulement, à l'avantage de ce dernier.

Conséquemment, l'hypothèse III sur l'efficacité supérieure du traitement "*jumelé*" est infirmée (*cf. PPMEP-06*)

L'infirmation de cette hypothèse semble contredire les résultats antérieurs obtenus notamment par **Tennyson/Tennyson/Rothen(1981)**.

Cela peut néanmoins être attribué aux facteurs suivants:

1. *La Non-conformité de la procédure "jumelée": la présentation "en cascade" de paires de concepts associés, imposée par la capacité limitée d'affichage simultané du matériel utilisé (I.B.M./PC), ne constitue pas réellement une procédure "conjointe". Il se peut que ces "cascades", apparaissant de façon "successive" plutôt que "simultanément", aient réduit l'impact perceptuel "immédiat" des relations entre les divers concepts. Cela confirmerait alors les résultats précédents des recherches citées, concernant la différence d'efficacité entre une présentation "simultanée" et une présentation "successive groupées" des concepts associés.*

2. *L'utilisation de séries minimales d'exemples dans les présentations expérimentales, liée également à des contraintes techniques (absence de disque dur), et tenant compte des difficultés globales d'apprentissage caractérisant les populations concernées, peut être considérée comme insuffisante quantitativement, pour une proportion importante des sujets. L'extrême variabilité des scores, observée à travers l'échantillon expérimental, en illustrant ce fait, peut avoir constitué un facteur "neutralisant" relativement aux effets différentiels des divers traitements didactiques expérimentaux.*

L'hypothèse sur l'apport supplémentaire de la procédure de "*transfert*", par rapport aux deux autres procédures (*Hyp. IV*), n'a pu également être acceptée. Aucune différence significative n'a pu être constatée entre les traitements ‹C›-"*avec procédure de transfert*" et ‹A›-"*dissocié*", ni en ce qui concerne les gains de score pré-post tests critériés, ni dans les scores sur ordinateur, pour l'ensemble des concepts et des types de scores (*classification correcte, sous-généralisation et sur-généralisation*). Les différences relevées entre ce même traitement ‹C› et le traitement ‹B›-"*jumelé*" sont strictement identiques à celles constatées précédemment (*cf. Ibid: Tableaux XII-XX*). L'infirmation de cette hypothèse peut être attribuée aux mêmes facteurs que pour l'hypothèse précédente, du fait de la similitude de désign de la procédure additionnelle de "*transfert*" et de celle du traitement "*jumelé*": elle consistait en effet en une présentation restreinte de la procédure "*jumelée*".

De plus, en ce qui concerne les scores sur ordinateur, la similitude de résultats pour les traitements <C> et <A> est parfaitement cohérente, puisque ces scores étaient pris AVANT l'administration additionnelle de la *"procédure de transfert"*.

Par ailleurs, ce fait autorise à rejeter finalement, comme étant probablement accidentelle, la différence significative ($p<.05$) constatée entre les traitements <C> et <B> pour les scores de sous-généralisation sur ordinateur des concepts associés (*cf. Ibid: Tableau XX*).

De fortes pertes furent observées entre les scores de classification correcte obtenus sur ordinateur, lors de l'administration des traitements expérimentaux, et sur papier, lors de l'administration des post-tests deux jours plus tard, concernant les moyennes par populations et traitements. Ceci suggérait une analyse plus approfondie. D'une part, cette diminution de scores était-elle significative pour l'ensemble des concepts et les différents types de scores (*classification correcte, sous-généralisation et sur-généralisation*), ou seulement pour certaines catégories? D'autre part, existait-il des interractions significatives entre les clientèles (*"avec" ou "sans" connaissances préalables du domaine*) et les traitements suivis?

Une série de tests pairés de distribution "t", concernant les différences des scores sur ordinateur et aux post-tests sur papier, fut menée pour l'ensemble des concepts associés et des types de réponses, toutes procédures et populations confondues, avec les résultats suivants:

- *les différences de scores de classification correcte sur ordinateur et sur papier sont significatives ($p<.001$), pour l'ensemble des concepts et chacun d'eux pris séparément sauf les circuits "mixtes" ($p<.05$);*

- *la différence des scores de sur-généralisation sur papier et sur ordinateur est également significative pour l'ensemble des concepts associés ($p<.001$);*

- *enfin, la différence des scores de sous-généralisation sur papier et sur ordinateur est aussi significative pour l'ensemble des concepts associés ($p<.001$).*

L'existence d'interraction entre les types de clientèle et les traitements concernant cette diminution de scores fut alors testée à l'aide de BI-ANOVA portant respectivement sur les différences de scores de classification correcte, de sur- et sous-généralisation (*sur papier et ordinateur*) pour l'ensemble des concepts associés. Aucune interraction significative n'est apparue en ce qui concerne les pertes de scores de classification correcte ($p<.05$), l'augmentation d'erreurs de sur-généralisation ($p<.05$) ou de sous-généralisation ($p<.05$).

Cette perte significative entre les scores démontrés sur ordinateur, lors de l'expérimentation, et sur papier, lors de l'administration des post-tests, peut être attribuée à divers facteurs difficilement contrôlables. Le premier peut être associé, d'une quelconque façon aux conditions d'administration du post-test: celle-ci étant entièrement laissée à l'initiative des enseignants, dans un délai de deux ou trois jours après l'expérimentation, afin d'éviter la présence de personnes étrangères à la classe et de préserver ainsi son atmosphère régulière. Toutefois, la régularité de cette perte de scores, à travers les populations et les traitements, semble indiquer qu'un second facteur, caractéristique de ce type de clientèle, peut être intervenu: plusieurs psychologues et conseillers d'orientations oeuvrant avec ce type d'étudiants l'identifient à une attitude de "*blocage psychologique*" qui se manifesterait sous forme de "*rejet*" systématique des acquisitions cognitives récentes, hors du champ conscient, comme n'ayant plus d'importance pour l'avenir. Il est clair, cependant, que cette chute de performance ne peut être reliée à un simple problème de rappel de mémorisation, du fait qu'aucun des items critériés d'évaluation, tant sur l'ordinateur que sur papier, n'avaient été vus lors de l'enseignement ou de l'acquisition de performance.

3. RESUME DES RESULTATS

1. L'ensemble des sujets, à difficultés d'apprentissage reconnues, a enregistré des gains moyens significatifs ($p<.001$), pour l'ensemble des concepts associés étudiés, entre les pré- et post tests sur papier, en utilisant le modèle D.C.C. sur micro-ordinateur.

2. Les groupes identifiés initialement comme "*sans*" ou "*avec*" connaissances préalables ($p<.001$) n'ont montré aucune différence dans leurs gains moyens d'acquisitions "*post-pré*" (***hypothèse nulle non rejetée à*** $p=.05$).

3. Aucune supériorité significative n'a été confirmée pour le traitement "*jumelé*", par rapport au traitement "*dissocié*", tant sur papier que sur l'ordinateur, sauf en ce qui concerne les gains "*post-pré*" de classification correcte des circuits élémentaires ($p<.05$); par contre, cet avantage était compensé par une augmentation significative des erreurs de sur-généralisation des mêmes circuits ($p<.05$).

4. De façon générale, aucune différence significative n'a été confirmée entre les traitements "*dissocié*" et "*avec procédure de transfert*", tant sur papier que sur l'ordinateur.

5. Une perte significative ($p<.001$) a été observée entre les scores finaux sur ordinateur et les post-tests sur papier, sauf pour les classifications correctes des circuits mixtes où la perte était moins fortement significative ($p<.05$).

* * * * *

CONCLUSIONS

BILAN & RECOMMANDATIONS

Dans ce chapître, les conclusions générales découlant de ce projet de recherche seront exposées, sauf en ce qui concerne les travaux spécifiques à la phase de prolongation III (*Janvier-Mai 1985: expérimentation élargie du second prototype - SOCRATIX-0.2 - et élaboration d'un outil d'aide à l'analyse des réseaux conceptuels*), lesquels font l'objet de deux rapports spéciaux (*Rapport Final II/PPMEP-02: Expérimentation élargie de "SOCRATIX-0.2"* & Rapport Final III/ PPMEP-03: Développement d'un Prototype d'Aide à l'Analyse des Réseaux Conceptuels - A.R.C.).

Le chapître est organisé comme suit:

1- Conclusions expérimentales 193

2- Bilan des activités de recherche 195

3- Recommandations et prospectives. 200

* * *

Le bilan des activités de l'équipe de recherche est dressé et les recommandations qui en découlent, pour l'avancement des recherches dans le domaine et les possibilités de progrès futurs dans le développement des outils pertinents de design et d'apprentissage, sont données.

1. CONCLUSIONS EXPERIMENTALES

Avant de tirer quelque conclusion que ce soit des résultats expérimentaux (*cf. PPMEP-06/RAPPORT EXPERIMENTAL III*), il est nécessaire de faire remarquer que les don- nées supportent un certain nombre de restrictions à leur généralisabilité:

1. *Les sujets employés dans l'étude appartenaient à une même école et ne représentaient que deux options particulières du secteur de formation professionnelle et un seul niveau académique. Ces faits et la faible quantité de sujets expérimentaux suggèrent que les observations faites pourraient ne pas s'appliquer à d'autres clientèles présentant des difficultés d'apprentissage de même nature.*

2. *La présentation de séries rationnelles minimales d'exemples et de non-exemples, du fait de la capacité restreinte du système informatique disponible, offrait très probablement une "exposition didactique" insuffisante pour une partie des sujets. L'utilisation de sujets différents, présentant des niveaux de troubles d'apprentissage différents et des types de carences cognitives différentes pourrait résulter en des acquisitions entièrement différentes.*

3. *Enfin, les procédures, dites de "transfert", adjointes n'étaient, possiblement, pas adéquates pour expliciter les relations inter-conceptuelles qu'elles devaient mettre en évidence.*

A l'intérieur de ces limitations, les résultats obtenus dans cette étude permettent les conclusions suivantes:

1. *Le modèle Markléen (D.C.C.), dont l'efficacité avait déjà été largement confirmée par plusieurs recherches, avec des clientèles "régulières" et pour divers types de concepts, peut également être utilisé efficacement pour l'enseignement de concepts technologiques ou scientifiques, avec des étudiants présentant des difficultés cognitives reconnues face à ces types d'apprentissage.*

2. *L'utilisation du modèle, jusqu'ici limitée à des clientèles novices, du moins en termes d'expérimentation systématique, peut s'appliquer, avec une forte probabilité d'efficacité relative égale, à des clientèles "avec" ou "sans" connaissances préalables du domaine d'apprentissage. Tenant compte des limitations énoncées, l'auteur ne voit aucune raison empêchant l'obtention de résultats similaires avec d'autres types de clientèles ou pour d'autres domaines conceptuels, hormis lorsque les sujets possèdent déjà une maîtrise complète du domaine.*

3. *Dans les limites déjà mentionnées, l'infirmation des données précédentes de recherche concernant l'efficacité relative des différentes procédures de présentation didactique des séries rationnelles d'exemples/non-exemples peut suggérer l'existence de caractéristiques spécifiques à des clientèles présentant des carences cognitives ou des troubles d'apprentissage. Les très importantes variances et les écarts considérables observés entre les sujets, à l'intérieur de chaque traitement et sous-population, justifient cette conclusion et autorisent l'auteur à penser que l'efficacité relative des procédures didactiques utilisables dans le cadre du modèle D.C.C. pourrait dépendre prioritairement d'un facteur individuel - le style cognitif - plutôt que d'un facteur intrinsèque à ces procédures.*

2. BILAN DES ACTIVITES DE RECHERCHE

De façon générale, il semble permis de dire que le bilan des activités de recherche de l'équipe, dans le cadre du présent projet, est très positif. Compte tenu, à la fois, du peu de temps qu'a durée cette recherche, des moyens technologiques très limités disponibles, de la diversité de formation antérieure des membres de l'équipe pluri-disciplinaire et de leur ignorance initiale quasi-complète des théories cognitivistes, de la complexité (*croissante avec la rigueur d'analyse*) des problèmes théoriques et méthodologiques rencontrés et à résoudre, enfin du caractère inédit de ce type intégré de recherche en Education, au Québec, les résultats obtenus et le travail réalisé, aussi modestes qu'en soit la contribution, relèvent du défi et semblent réellement "*porteurs*" d'avenir.

Le projet était véritablement ambitieux (*et plusieurs le jugeaient irréalisable, sinon irréaliste*). Toutefois, bien que des modèles définitifs et universels n'aient pûs être pleinement développés (*à cause surtout de l'énorme travail informatique mis en jeu, des dimensions restreintes de l'équipe et du matériel disponible*), les "*prototypes*" élaborés et expérimentés permettent, d'une part, de confirmer l'efficacité du "*Modèle Didactique Conceptuel*" pour la clientèle de "*Formation Professionnelle*", d'autre part, de

considérer la présente recherche comme "preuve de faisabilité" d'un "Système Tutoriel Universel Intelligent" pour l'apprentissage de concepts abstraits ou technologiques.

2.1- CE QUI A ETE REALISE:

Les travaux menés par l'équipe de recherche dans le cadre du présent projet (*phases I & II: janvier 1983 - décembre 1984*) ont permis d'obtenir déjà un certain nombre de résultats très positifs:

1- *L'élaboration d'un modèle didactique théorique cohérent pour l'enseignement de concepts abstraits - M.D.C. - généralisable et applicable à n'importe quel type de contenus spécifiques;*

2- *La création d'un prototype du système didactique tutoriel - SOCRATIX-0.1 - sur micro-ordinateur I.B.M./PC de 256K avec deux unités de disquettes 5" 1/4 double-face, double-densité (526K de programme en Pascal) et portant sur la représentation des différents types de circuits électriques (12 modules incluant les concepts pré-requis);*

ainsi que l'amélioration du prototype (SOCRATIX-0.2), permettant de fonctionner plus vite, avec une seule unité de disquette et avec une souplesse d'utilisation accrue (cf. Rapport Final II);

3- *La présentation du modèle didactique développé dans cinq colloques et l'intérêt manifesté par des chercheurs de différents domaines et de diverses provenance (Québec, France, Mannitoba, Minnesota), ainsi qu'auprès de plusieurs groupes et services du Ministère de l'Education du Québec;*

4- L'implication auprès de cinq groupes-classes de la région de Montréal (pré-expérimentation dans le milieu et expérimentation au Laboratoire d'A.P.O. de l'Université de Montréal), ainsi que l'élargissement à trois Commissions Scolaires (Mille-Iles, Chomedey & St-Jérôme) de l'expérimentation du 2ème prototype amélioré (Socratix-0.2)(cf. Rapport Final II);

5- La validation du modèle didactique à travers 3 études expérimentales différentes (cf. PPMEP-04/06);

6- La réalisation d'une enquête dans le milieu sur les carences cognitives théoriques en equipement motorisé et d'une analyse des besoins prioritaires d'apprentissage dans le domaine; (cf. Rapport Technique XII/PPMEP-18);

7- Les analyses détaillées de 84 concepts majeurs de base en électricité et en soudage (cf. Rapport Technique V);

8- De plus, notre modèle a retenu l'intérêt de plusieurs groupes de recherche universitaire et suscité la volonté, dans plusieurs milieux scolaires, de créer un ensemble de projets conjoints de développement pour les années à venir.

9- La production, en dehors des trois rapports finaux et des trois études expérimentales (cf. Liste des Productions en annexe et document PPMEP-26), respectivement de:

- TREIZE Rapports Techniques & Théoriques, portant sur les principaux aspects du domaine de recherche et les travaux réalisés par l'équipe;

- QUATRE Guides Pédagogiques, destinés aux enseignants & aux développeurs de matériel didactique conceptuel, portant sur les dimensions principales de l'enseignement de concepts;

- DEUX Logiciels, dont l'un (SOCRATIX-0.2) est accessible à tout(e) étudiant(e) du secondaire et utilisable, sans autre support didactique, et l'autre (ARC-0.1) est directement utilisable par tout(e) enseignant(e) ou développeur pédagogique, sans formation spéciale à l'analyse conceptuelle.

L'ensemble des premiers résultats obtenus justifiait la pertinence d'une expérimentation plus large du prototype développé, ainsi que son raffinement (*SOCRATIX-0.2*) en vue de le rendre accessible à des clientèles plus larges (*cf. Expérimentation 2: phase III, Rapport Final II/PPMEP-02*).

D'autre part, les difficultés démontrées par l'équipe d'ingénieurs, ainsi que par les autres experts consultés en de multiples occasions, indiquaient clairement la nécessité urgente et la pertinence de développer un outil d'aide à l'analyse des concepts, principalement en ce qui concerne leur organisation en "*réseaux*" et la cohérence de leurs relations (*cf. Rapport Final III/PPMEP-03 & Logiciel ARC-0.1*).

2.2- CE QUI RESTE A REALISER:

La réussite même de ce qui a été réalisé, conformément aux objectifs fixés du projet, et non ce qui n'a pas été fait, justifie ce qui peut rester à faire dans ce domaine, pour l'avenir.

Les points suivants, relatifs aux limites atteintes par ce projet, serviront de fondement aux recommandations & prospectives énoncés plus loin:

1- *malgré l'intérêt suscité, tant chez les enseignants que chez les étudiants, et les résultats positifs déjà acquis, le prototype tutoriel nécessite des raffinements importants pour devenir véritablement accessible à de larges clientèles et applicable à des domaines de contenus généralisables (un gros travail informatique reste à faire à ce niveau; voir Rapport Final II);*

2- *le travail des ingénieurs a démontré une tâche bien plus complexe qu'attendue dans l'analyse systématique des contenus conceptuels d'apprentissage - en fait, très peu d'ingénieurs possèdent actuellement le bagage intellectuel nécessaire à un tel travail;*

3- *les expériences menées dans le milieu confirment la nécessité d'utiliser un système informatisé, du fait de la complexité du modèle didactique et de l'incapacité pour les enseignants de l'appliquer adéquatement sans le support de l'ordinateur - sauf à considérer une formation adéquate, laquelle serait relativement fastidieuse, mais surtout longue et assurément plus onéreuse;*

4- cette recherche, par sa modeste contribution dans l'apprentissage conceptuel, peut être considérée comme une recherche "préliminaire" démontrant la "faisabilité" d'un "Système Tutoriel Conceptuel Universel Intelligent", pouvant aider à résorber nombre de carences cognitives, à relativement court terme, et pour de multiples profils professionnels.

* * *

3. RECOMMANDATIONS & PROSPECTIVES

Cette étude a soulevé un certain nombre de questions qui suggèrent des voies de recherches ultérieures:

1. *Les causes des pertes importantes constatées entre les scores de test obtenus sur l'ordinateur et sur papier nécessitent une investigation systématique, afin d'en découvrir les facteurs déterminants: s'agit-il d'un simple problème de rétention (ce qui poserait le problème de la validité à long terme du modèle didactique utilisé) ou de facteurs psychologiques propres au type de clientèle étudié (ce qui paraît plus vraisemblable à la lumière des expertises recueillies)?;*

2. *Le besoin apparaît (cf. Rapport Final II) d'une expérimentation et d'une implantation plus large et plus flexible du modèle D.C.C. sur ordinateur, incluant l'utilisation systématique des procédures diagnostiques de classification correcte, de surgénéralisation, de sous-généralisation et de confusion pour la présentation de séries rationnelles correctives et la variation adéquate du nombre de paires d'exemples/non-exemples utiles à chaque sujet.*

3. *L'application conjointe du modèle D.C.C. par des enseignants entraînés et avec l'ordinateur permettrait également de tester l'efficacité relative du facteur médiatique, en termes de rendements cognitifs, de coûts et de temps d'implantation et d'exploitation.*

4. *Les difficultés considérables rencontrées par les experts-contenu - des ingénieurs - dans les analyses de concepts de base touchant leur domaine propre de spécialisation montre qu'un travail théorique important reste à faire, en vue d'expliciter les principes formels régissant les techniques d'analyse conceptuelle: il s'agit d'un problème épistémologique lié à la structure des connaissances.*

5. *Il serait souhaitable d'étudier les effets comparatifs à long terme du modèle, concernant la rémanence des acquisitions conceptuelles et les habiletés de transfert cognitif.*

6. *Enfin, tenant compte de la structure taxonomique des domaines conceptuels et des types de relations inter-conceptuelles qui en unissent les concepts composants, il apparaît fondamental d'étendre l'investigation systématique de l'application du modèle didactique cognitiviste à des ensembles plus larges que les seuls concepts associés - c'est-à-dire notamment à des "arbres conceptuels" comprenant les sur- et sous-classes d'un concept-cible (les réseaux conceptuels).*

Par ailleurs, sans s'éloigner des prescriptions précédentes, mais dans une optique prospective plus fondamentale, il ressort des constatations empiriques et théoriques faites à l'occasion de la présente recherche, que les perspectives d'avenir les plus prometteuses, concernant le domaine de l'enseignement conceptuel et de façon corrélative de l'amélioration de la formation professionnelle, gravitent autour de la possibilité de développement d'un réel SYSTEME TUTORIEL CONCEPTUEL, universel et intelligent (*S.T.C.U.I.*), pour les raisons qui suivent:

1- *La "faisabilité" d'un tel système est désormais acquise (et non plus seulement sa pertinence théorique, telle qu'énoncée préalablement), grâce à l'analyse approfondie qui a été menée lors de la présente recherche (cf. Rapport Final III/PPMEP-03);*

2- *Son utilité pratique est probante, face à la difficulté rencontrée par les enseignant(e)s à "appliquer" correctement et rigoureusement le modèle didactique conceptuel;*

3- Son champ d'application est "universel", tant en termes de "contenus didactiques" que des "clientèles" pouvant en bénéficier (il est apparu, du propre aveu des experts-matières, qu'il serait même profitable dans la formation d'ingénieurs, voire pour des ingénieurs déjà "formés", ou "déformés").

L'utilisation des techniques de l'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE devient néanmoins indispensable, face à la complexité réelle des problèmes rencontrés (*voir le Rapport Final III/ PPMEP-03 pour plus de détails*).

Cela suppose, conséquemment une infrastructure de recherche et de développement bien plus considérable que celle ayant prévalu pour le présent projet: infrastructure technologique d'une part (*équipement informatique beaucoup plus puissant, au moins pour le développement, sinon pour l'utilisation en classe*), infrastructure méthodologique d'autre part (*équipes de chercheurs plus nombreuses et collaboration étroite entre diverses institutions de recherche universitaire et de formation scolaire et/ou industrielle*).

De plus, comme il est démontré dans le RAPPORT FINAL III, sur le développement d'un prototype de démonstration de l'analyse des "*réseaux conceptuels*" et de leur "*cohérence*" (*ARC-0.1*), il est apparu que les difficultés encourues au niveau de l'analyse conceptuelle (*laquelle constitue un prérequis inévitable pour assurer la validité du "contenu"* transmissible par le modèle didactique élaboré) relèvent

d'une problématique beaucoup plus générale: à savoir celle de l'"*épistémologie*" et de la "*structure formelle des connaissances*". Ce point soulève des problèmes théoriques et informatiques, non encore tous résolus (*bien que l'analyse faite indique qu'ils soient effectivement résolubles*).

Il apparaît bien, en conséquence, du fait d'une part de l'universalité relative du problème résoluble et des bénéficiaires potentiels, d'autre part des moyens considérables à envisager, que les perspectives d'un tel projet ne puissent et ne doivent être supportées entièrement et uniquement par le seul programme P.P.M.E.P.

Par contre, dans la perspective actuelle de développement des technologies de pointes (dont la micro-informatique), et tenant compte de l'état d'avancement de la recherche en éducation et des applications de l'informatique dans ce domaine, il y a là une réelle possibilité d'émergence pour la recherche de développement en éducation et en formation, au Québec.

* * * * *

LEXIQUE

ANALYSE CONCEPTUELLE (01)

L'analyse conceptuelle - ou de concept - est la technique qui consiste à isoler les caractéristiques d'une CLASSE conceptuelle, c'est-à-dire:

- ses ATTRIBUTS CRITIQUES;

- ses ATTRIBUTS VARIABLES et les DIMENSIONS suivant lesquelles ils varient.

APPLICATION DE REGLE (02)

Dans la typologie de GAGNE (1977), l'application de règle est l'habileté intellectuelle qui consiste à utiliser - ou "appliquer" - des règles.

Cette habileté correspond à celle d'ANALYSE de MERRILL (1971) ou d'USAGE DE REGLE (MERRILL/ BOUTWELL, 1973).

APPRENTISSAGE "*DISSOCIE*" (03)

On appelle "apprentissage dissocié" l'apprentissage de concepts "associés", lorsqu'il se fait de façon isolée ou successive (voir "apprentissage jumelé").

APPRENTISSAGE "*JUMELE*" (04)

On appelle "apprentissage jumelé" l'apprentissage de concepts "associés", lorsqu'il se fait de façon conjointe ou simultanée (voir "apprentissage dissocié").

ATTRIBUT CRITIQUE (05)

Un attribut critique est une caractéristique partagée par TOUTES les instances d'une CLASSE conceptuelle - ou d'un CONCEPT - et sans la présence de laquelle une instance ne peut faire partie de la classe.

ATTRIBUT NECESSAIRE (06)

Un attribut nécessaire est un ATTRIBUT CRITIQUE COMMUN à TOUS les concepts coordonnés - ou "associés" - d'une même SUR-CLASSE conceptuelle - ou concept "surordonné".

ATTRIBUT VARIABLE (07)

Un attribut variable est une caractéristique conceptuelle pouvant prendre des valeurs différentes à travers l'éventail des instances de la CLASSE conceptuelle.

On appelle DIMENSION le champ de variation d'un tel attribut (ce qui peut inclure l'absence d'une dimension - c'est-à-dire une valeur nulle).

CLASSIFICATION (08)

On appelle classification les COMPORTEMENTS - ou habiletés - qui indiquent l'ACQUISITION d'un CONCEPT (MERRILL/BOUTWELL, 1973).

Ce terme correspond à ce que MARKLE(1969) désigne par "compréhension réelle", mais est plus adéquat (voir "compréhension").

CLASSIFICATION CORRECTE (09)

La classification correcte est le comportement qui consiste à IDENTIFIER correctement TOUTE instance d'une CLASSE conceptuelle, ce qui implique:

- la GENERALISATION à des EXEMPLES NOUVEAUX du CONCEPT;

- la DISCRIMINATION des NON-EXEMPLES NOUVEAUX du CONCEPT.

COMPORTEMENT DE L'ETUDIANT (10)

Selon la TYPOLOGIE bi-dimensionnelle de MERRILL/BOUTWELL(1973), le comportement de l'étudiant désigne les actions MANIFESTES permettant de démontrer qu'un étudiant maîtrise une tâche définie à un NIVEAU spécifique, c'est-à-dire de RAPPEL de DISCRIMINATION, de CLASSIFICATION, d'USAGE de REGLE ou de SOLUTION de PROBLEME.

COMPREHENSION CONCEPTUELLE (11)

La compréhension conceptuelle consiste à IDENTIFIER la RELATION d'un concept avec la STRUCTURE des DOMAINES COGNITIFS auxquels il appartient.

Selon NELSON(1974), la compréhension d'un concept est liée à la RECONNAISSANCE de son "noyau fonctionnel", c'est-à-dire la CONNAISSANCE de la caractéristique fonctionnelle de la CLASSE conceptuelle. Selon BENGSTON/COHEN(1979), il y a PRIMAUTE de cette connaissance fonctionnelle dans la COMPREHENSION, sur l'acquisition structurelle permettant la CLASSIFICATION.

CONCEPT (12)

Un concept est une CLASSE définie d'entités caractérisée par:

- *un LABEL, c'est-à-dire le nom de la classe;*
- *des ATTRIBUTS CRITIQUES, c'est-à-dire les caractéristiques communes à tous les membres de la classe;*
- *des ATTRIBUTS VARIABLES, c'est-à-dire les caractéristiques pouvant varier, dans des limites données, d'un membre à l'autre.*

CONCEPTS ASSOCIES (13)

On appelle concepts associés des CLASSES conceptuelles ayant en COMMUN un certain nombre d'ATTRIBUTS CRITIQUES.

Les CONCEPTS ASSOCIES sont généralement appris conjointement, en vue d'éviter des confusions interconceptuelles (voir aussi "concepts coordonnés").

CONCEPTS COORDONNES (14)

Des concepts coordonnés sont des concepts appartenant à une même SUR-CLASSE conceptuelle, dans la structure taxonomique d'un RESEAU conceptuel.

...

Les concepts coordonnés sont caractérisés ainsi:

- *ils se situent au même niveau dans une TAXONOMIE conceptuelle;*

- *ils sont SUBORDONNES à une même classe SURORDONNEE;*

- *ils partagent, DEUX A DEUX, un certain nombre d'ATTRIBUTS CRITIQUES;*

- *ils ont tous en commun AU MOINS UN attribut critique.*

NOTE: la relation de "coordination" est liée à la structure taxonomique du réseau conceptuel, non à la décision didactique de les "associer" en vue de l'apprentissage.

CONCEPTS SUBORDONNES (15)

Dans la structure taxonomique d'un RESEAU conceptuel, des concepts subordonnés sont des concepts situés à un niveau INFERIEUR de la taxonomie, par rapport à la CLASSE conceptuelle de référence, laquelle est SURORDONNEE.

CONFUSION (16)

On appelle confusion le type d'ERREUR de CLASSIFICATION qui consiste à la fois à SOUS-GENERALISER et à SUR-GENERALISER au sujet d'un même concept ISOLE, ou à prendre respectivement les UNES pour les AUTRES des instances de PLUSIEURS concepts coordonnés - ou "associés".

CONTENU DE TACHE (17)

Selon la TYPOLOGIE bi-dimensionnelle de MERRILL/BOUTWELL(1973), le contenu de tâche désigne le TYPE spécifique de CONTENU identifiant la tâche, c'est-à-dire une ASSOCIATION-PAIREE, un CONCEPT, une REGLE (ou PRINCIPE) ou un PROBLEME.

DEFINITION CONCEPTUELLE (18)

On appelle définition conceptuelle la DESCRIPTION VERBALE d'une CLASSE conceptuelle, résultant de son ANALYSE et comprenant les éléments suivants:

- *le LABEL de la CLASSE;*
- *la LISTE de ses ATTRIBUTS CRITIQUES;*
- *la LISTE de ses ATTRIBUTS VARIABLES et de leurs DIMENSIONS, incluant leurs LIMITES.*

DEFINITION TECHNIQUE (19)

Une définition technique d'un concept est une définition conceptuelle dans laquelle le LABEL désigne le nom de la SUR-CLASSE immédiate de la CLASSE conceptuelle, dans la STRUCTURE TAXONOMIQUE à laquelle appartient le CONCEPT.

NOTE: Dans les autres cas, le LABEL identifie la SUR-CLASSE générique la plus connue de la CLASSE conceptuelle.

DISCRIMINATION CONCEPTUELLE (20)

La discrimination conceptuelle est l'une des DEUX habiletés spécifiques permettant la CLASSIFICATION. Elle se caractérise par la capacité de DISTINGUER des EXEMPLES NOUVEAUX et des NON-EXEMPLES NOUVEAUX d'une CLASSE conceptuelle.

ERREURS CONCEPTUELLES (21)

On appelle erreurs conceptuelles les ERREURS-TYPES de CLASSIFICATION. Ces ERREURS sont de TROIS TYPES:

- la SOUS-GENERALISATION;
- la SUR-GENERALISATION;
- la CONFUSION.

EXEMPLE CONCEPTUEL (22)

Dans le cadre conceptuel, un exemple est une INSTANCE appartenant à la CLASSE conceptuelle envisagée, c'est-à-dire possédant TOUS les ATTRIBUTS CRITIQUES du CONCEPT.

EXEMPLES CONVERGENTS (23)

On appelle exemples convergents d'un concept (THIAGARAJAN, 1971) des EXEMPLES de la CLASSE conceptuelle qui ne différent que par un MINIMUM de DIMENSIONS de leurs ATTRIBUTS VARIABLES.

EXEMPLES DIVERGENTS (24)

On appelle exemples divergents d'un concept (THIAGARAJAN,1971) des EXEMPLES de la CLASSE conceptuelle qui diffèrent par un MAXIMUM de DIMENSIONS de leurs ATTRIBUTS VARIABLES.

GENERALISATION (25)

La généralisation conceptuelle est l'une des DEUX habiletés spécifiques permettant la CLASSIFICATION. Elle se caractérise par la capacité d'IDENTIFIER des EXEMPLES NOUVEAUX d'une CLASSE conceptuelle.

HIERARCHIE D'APPRENTISSAGE (26)

Une hiérarchie d'apprentissage (GAGNE,1977) est l'ordonnancement SEQUENTIEL suivant lequel divers apprentissages DOIVENT se dérouler pour favoriser une acquisition OPTIMALE.

Elle PEUT comporter d'autres TYPES d'apprentissage que des CONCEPTS et vise ESSENTIELLEMENT à DETERMINER les PRE-REQUIS d'apprentissage (à ne pas confondre avec la TAXONOMIE CONCEPTUELLE).

MEMORISATION (27)

Dans le cadre de l'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL, la mémorisation désigne la capacité liée au simple RAPPEL, soit d'une DEFINITION conceptuelle, soit d'EXEMPLES ou de NON-EXEMPLES appris, c'est-à-dire DEJA vus.

NON-EXEMPLE (28)

Dans le cadre conceptuel, un non-exemple est une INSTANCE N'appartenant PAS à la CLASSE conceptuelle envisagée, c'est-à-dire NE possédant PAS tous les ATTRIBUTS CRITIQUES du CONCEPT.

NON-EXEMPLE PROCHE (29)

On appelle non-exemple proche (MARKLE,1969) un NON-EXEMPLE d'une CLASSE conceptuelle, dans lequel MANQUE un SEUL - ou un MINIMUM - d'ATTRIBUTS CRITIQUE(S).

NON-EXEMPLES ASSOCIES (30)

On appelle non-exemples associés d'un concept (THIAGARAJAN,1971) des NON-EXEMPLES PROCHES dont les DIMENSIONS d'ATTRIBUTS VARIABLES sont IDENTIQUES à celles des EXEMPLES de la CLASSE conceptuelle qui leurs sont APPARIES.

NON-EXEMPLES NON-ASSOCIES (31)

On appelle non-exemples non-associés d'un concept (THIAGARAJAN,1971) des NON-EXEMPLES dont les DIMENSIONS d'ATTRIBUTS VARIABLES sont DIFFERENTES de celles des EXEMPLES de la CLASSE conceptuelle qui leurs sont APPARIES.

PAIRAGE ASSOCIE (32)

On appelle pairage associé le fait de "jumeler" des EXEMPLES d'une CLASSE conceptuelle avec des NON-EXEMPLES ASSOCIES, c'est-à-dire ayant les mêmes dimensions d'attributs variables (THIAGARAJAN, 1971).

PROCEDURE DE "*TRANSFERT*" (33)

Dans la présente recherche, la procédure de "transfert" désigne un MODE de présentation conceptuelle visant à favoriser le TRANSFERT de CLASSIFICATION de CHAQUE CONCEPT ASSOCIE à l'ENSEMBLE des TYPES conceptuels de la SUR-CLASSE immédiate.

Elle consiste en une procédure additionnelle de MISE en EVIDENCE des RESSEMBLANCES et DIFFERENCES entre les divers CONCEPTS ASSOCIES à acquérir.

RAPPEL CONCEPTUEL (34)

Le comportement de "rappel" conceptuel identifie un niveau d'acquisition conceptuelle s'appuyant uniquement sur la MEMORISATION et non sur la CLASSIFICATION (voir aussi "mémorisation").

REGLE D'ORDRE SUPERIEUR (35)

Une règle d'ordre supérieur, selon GAGNE(1965), correspond à ce que l'on désigne généralement par la SOLUTION de PROBLEME (voir ce terme).

RESEAU CONCEPTUEL (36)

On appelle réseau conceptuel l'ENSEMBLE des CLASSES conceptuelles formant la STRUCTURE TAXONOMIQUE d'un DOMAINE de CONNAISSANCES (TIEMANN/MARKLE,1983), incluant les RELATIONS d'ASSOCIATION, de SUBORDINATION et de SURORDINATION liant ces CONCEPTS.

SERIE RATIONNELLE (37)

Une série rationnelle (MARKLE,1969) est un ENSEMBLE composé d'un nombre OPTIMAL d'EXEMPLES ou de NON-EXEMPLES d'une CLASSE conceptuelle, de sorte que:

- *la SERIE RATIONNELLE d'EXEMPLES couvre l'EVENTAIL complet des DIMENSIONS des ATTRIBUTS VARIABLES de la CLASSE conceptuelle;*

- *la SERIE RATIONNELLE de NON-EXEMPLES comprenne AU MOINS une INSTANCE de CHAQUE catégorie où MANQUE l'un des ATTRIBUTS CRITIQUES pris séparément (soit au moins autant de non-exemples différents qu'il y a d'attributs critiques).*

SOLUTION DE PROBLEME (38)

La solution de problème représente le niveau supérieur des TYPES d'APPRENTISSAGE COGNITIFS COMPLEXES, dans les TYPOLOGIES récentes (GAGNE, 1977; TIEMANN/MARKLE,1971; MERRILL/BOUTWELL,1973).

SOUS-GENERALISATION (39)

On appelle sous-généralisation le type d'ERREUR de CLASSIFICATION qui consiste à SOUS-GENERALISER une CLASSE conceptuelle, c'est-à-dire à REFUSER d'INCLURE dans la CLASSE certains EXEMPLES du concept.

Cette ERREUR de CLASSIFICATION, correspondant à une CARENCE de GENERALISATION, signifie que l'étudiant considère comme ATTRIBUT CRITIQUE un - ou plusieurs - ATTRIBUT(S) VARIABLE(S) du CONCEPT.

SUR-GENERALISATION (40)

On appelle sur-généralisation le type d'ERREUR de CLASSIFICATION qui consiste à SUR-GENERALISER une CLASSE conceptuelle, c'est-à-dire à INCLURE dans la CLASSE certains NON-EXEMPLES du concept.

Cette ERREUR de CLASSIFICATION, correspondant à une CARENCE de DISCRIMINATION, signifie que l'étudiant considère comme ATTRIBUT VARIABLE un - ou plusieurs - ATTRIBUT(S) CRITIQUE(S) du CONCEPT.

TAXONOMIE CONCEPTUELLE (41)

On appelle taxonomie conceptuelle la STRUCTURE d'un RESEAU CONCEPTUEL définissant les RELATIONS de COORDINATION, de SUBORDINATION et de SURORDINATION liant les CONCEPTS composants, dans un DOMAINE de CONNAISSANCE spécifique.

* * * * *

BIBLIOGRAPHIE

ABELSON,H. & DISESSA,A. 1981
TURTLE GEOMETRY: The Computer as a Medium for Exploring Mathematics, Cambridge,Mass.: M.I.T. Press

AHL,D.H. 1981
"*PLATO: Alive and Well?*", CREATIVE COMPUTING, N°10, p.130

ANDERSON,R.C. 1967
"*Educational Psychology*", ANNUAL REVIEW OF PSYCHOLOGY, N°18, pp.129-164

ANDERSON,R.C. 1972
"*How to Construct Achievement tests to Assess Comprehension*", REVIEW OF EDUCATIONAL RESEARCH, N°42, pp.145-170

ANDERSON,R.C. 1972
"*Learning Principles from Text*", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY,

ANDERSON,R.C. & KULHAVY,R.W. 1972
"*Learning Concepts from Definitions*", AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH JOURNAL, N°09, pp.385-390

ATKINSON,R.C. 1972
"*Ingredients for a Theory of Instruction*", AMERICAN PSYCHOLOGIST, N°27, pp.921-931

ATKINSON,R.C. & SHIFFRIN,R.M. 1968
"*Human Memory: A Proposed System and its Control Processes*", in SPENCE,K.W. & J.T.(Eds.), THE PSYCHOLOGY OF LEARNING AND MOTIVATION, Vol.2, N.Y.: Academic Press

ATKINSON,R.C. & WILSON,H.A.(Eds.) 1969
COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION, N.Y.: Academic Press

AUSUBEL,D.P. 1964
"*Some Psychological Aspects of the Structure of Knowledge*", in ELAM, S.(Ed.), EDUCATION AND THE STRUCTURE OF KNOWLEDGE, Chicago: Rand McNally

AUSUBEL,D.P. 1968
EDUCATIONAL PSYCHOLOGY: A Cognitive View, N.Y.: Holt,Rinehart & Winston Inc.

AUSUBEL,D.P. 1969
READINGS IN SCHOOL LEARNING, N.Y.: Holt,Rinehart & Winston Inc., 513p.

BALZER,R.,ERMAN,L.D.,LONDON,P. & WILLIAMS,C. 1980
"*HEARSAY-III: A Domain-Independent Framework for Expert Systems*", Proceedings of the First Annual National Conference on Artificial Intelligence, pp.108-110

BANDURA,A. 1980
L'APPRENTISSAGE SOCIAL, Bruxelles: Pierre Margada

BANDURA,A. & WALTHERS,R.H. 1963
SOCIAL LEARNING AND PERSONALITY DEVELOPMENT, N.Y.: Holt,Rinehart & Winston

BARKER,P.G. & SINGH,R. 1982
"*Author Langages for Computer-Based Learning*", BRITISH JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY, Vol. XIII, N°03, pp.189-196

BARLOW,D.H. 1980
"*Behavior Therapy: the Next Decade*", BEHAVIOR THERAPY, N°11, pp.315-328

BARR,A., COHEN,P.R., FEIGENBAUM,E.A. et Al. 1982
THE HANDBOOK OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE, Vol.I,II & III, Los Altos: W.Kaufmann & Heuristic Press

BARR,A. 1979
"*Meta-Knowledge and Cognition*", INTERNATIONAL JOINT CONFERENCES ON AI, N°06, pp.31-33

BARR,A. & ATKINSON,R.C. 1977
"*Adaptive Instructional Strategies*", in SPADA,H. & KEMPF,W.F.(Eds.), STRUCTURAL MODELS OF THINKING AND LEARNING, Berne,CH.: Hans Huber

BECK,A.T. 1970
"*Cognitive Therapy: Nature and Relation to Behavior Therapy*", BEHAVIOR THERAPY, N°01, pp.184-200

BECKER,W.C., ENGELMANN,S. & THOMAS,D.R. 1975
TEACHING 2: COGNITIVE LEARNING AND INSTRUCTION, Chicago:Science Research Associates

BENGSTON,J.K. & COHEN,S.J. 1979
"*Concept Acquisition and Perception of Meaning*", CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Vol.IV, pp.348-365

BERGAN,J.R. 1980
"*Preferred Model Selection in the Validation of Scales Involving Hierarchical Dependencies among Learning Tasks*", in CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Vol.V, N°03, pp.232-240

BERGAN,J.R. 1980
"*The Structural Analysis of Behavior: An Alternative to the Learning-Hierarchy Model*", REVIEW OF EDUCATIONAL RESEARCH, Vol.L, N°04, pp.625-646

BERGAN,J.R. & JESKA,P. 1980
"An Examination of Prerequisite Relations, Positive Transfer among Learning Tasks, and Variations in Instruction for a Seriation Hierarchy", in CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Vol.V, N°03, pp.203-215

BIDWELL,J.K. 1971
"Some Consequences of Learning Theory Applied to Division of Fractions", SCHOOL SCIENCE AND MATHEMATICS, N°05, pp.426-434

BLOOM et Al. 1956
A TAXONOMY OF EDUCATIONAL OBJECTIVES, VOL.I: The Cognitive Domain, N.Y.: Longmans/Green

BOBROW,D.G. 1964
"Natural Langage Input for a Computer Problem-Solving System", Project MAC Rept.TR-1, Cambridge, Mass.: M.I.T.

BOURNE,L.E. 1966
HUMAN CONCEPTUAL BEHAVIOR, Boston: Allyn & Bacon

BRIGGS,L.J. 1970
HANDBOOK OF PROCEDURES FOR THE DESIGN OF INSTRUCTION, (Monograph N°4), Pittsburgh,Pa, American Institute for Research, 206 p.

BROWN,G.P. 1977
"A Framework for Processing Dialog", Rep.N°TR-182, Laboratory for Computer Science, M.I.T.

BROWN,J.S. & GOLDSTEIN,I.P. 1977
"Computers in a Learning Society", Testimony for the House Science and Technology Subcommittee on Domestic and International Planning, Analysis, and Cooperation.

BRUNER,J.S., GOODNOW,J.J. & AUSTIN,G.A. 1956
A STUDY OF THINKING, N.Y.:John Wiley

BRUNER,J.S. 1960
THE PROCESS OF EDUCATION, Cambridge,Mass.: Harvard University Press

BRUNSWIC,E. et Al. 1975
COMPRENDRE LA PEDAGOGIE, Paris: Marabout Université

BRYAN,G.L. 1969
"*Computers and Education*", Comput. and Automat., Vol.XVIII, N°03, pp.01-04

BUCKLEY,N.K. & WALKER,H.M. 1975
COMMENT MODIFIER LES COMPORTEMENTS EN CLASSE?, Québec: Ed. St-Yves

BURTON,R.R. & BROWN,J.S. 1979
"*An Investigation of Computer Coaching for Informal Learning Activities*", INTERNATIONAL JOURNAL OF MAN-MACHINE STUDIES, N°11, pp.05-24

CARBONELL,J.R. 1969
"*Interactive Non-Deterministic Computer-Assisted Instruction*", Proc.Internat.Symp.on Man-Machine Syst., Cambridge,England

CARBONELL,J.R. 1970
"*AI in CAI: An Artificial Intelligence Approach to Computer-Aided Instruction*", in IEEE TRANSACTIONS ON MACHINE-MAN SYSTEMS, Vol.XI, N°04, pp.190-202

CARBONELL,J.R. 1970
"*Mixed-Initiative Man-Computer Instructional Dialogues*", THESE DE DOCTORAT, Cambridge,Mass: M.I.T.

CASE,R. 1972
"Learning and Development: A Neo-Piagetian Interpretation", HUMAN DEVELOPMENT, Vol.XV, N°05, pp.339-358

CAZDEN,C.B. 1980
"Toward a Social Educational Psychology - with Soviet Help", CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Vol.V, pp.196-201

CHAMPAGNE,A.B. & KLOPPER,L.E. 1981
"Structuring Process Skills and Solution of Verbal Problems Involving Science Concepts", SCIENCE EDUCATION, Vol.LXV, N°05, pp.493-511

CLANCEY,W.J.,SHORTLIFFE,E.H. & BUCHANAN,B.G. 1979
"Intelligent Computer-Aided Instruction for Medical Diagnosis", Proceedings of the 3rd Symposium on Computer Application in Medical Care, pp.175-183

CLANCEY,W.J. 1979
"Dialogue Management for Rule-Based Tutorials", IJCAI, Vol.VI, pp.155-161

CLANCEY,W.J. 1979
"Transfer of Rule-Based Expertise Through a Tutorial Dialogue", THESE DE DOCTORAT, Rep. N°. STAN-CS-769, Stanford University, Computer Science Dept.

CLANCEY,W.J. & LETSINGER,R. 1981
"NEOMYCIN: Reconfiguring a Rule-Based Expert System for application to Teaching", IJCAI, N°07, pp.829-836

CLARK,D.C. 1971
"Teaching Concepts in the Classroom: A Set of Teaching Prescriptions Derived from Experimental Research", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY MONOGRAPHS, N°62, pp.253-278

COLLETT,M.J. 1982
"*PROFORMA: A Program to Assist Non-Specialists in the Use of Computers as a Teaching Aid*", BRITISH JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY, Vol. XIII,N°03, pp.196-206

CORRELL,W. 1969
TROUBLES DE L'APPRENTISSAGE, Sherbrooke: Editions Paulines

CORRELL,W. 1978
PSYCHOLOGIE DE L'APPRENTISSAGE, Montréal: Editions Paulines

CROWDER,N.A. 1962
"*Intrinsic and Extrinsic Programming*", in COULSON, J.E.(Ed.), Proceedings of the Conference on Application of Digital Computers to Automated Instruction, N.Y.: Wiley, pp.58-65

D'HAINAULT,L. 1980
DES FINS AUX OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE, Paris: Editions Labor

DECECCO,J.F. 1968
THE PSYCHOLOGY OF LEARNING AND INSTRUCTION: EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Englewood Cliffs,NJ:Prentice-Hall

DECORTE,E. et al. 1979
LES FONDEMENTS DE L'ACTION DIDACTIQUE, Bruxelles: A.DeBoeck

DELACOUR,J. 1981
CONDITIONNEMENT ET BIOLOGIE, Paris: Masson

DELANDSHEERE,V. 1977
"*On Defining Educational Objectives*", EVALUATION IN EDUCATION, Vol.I, N°02, pp.73-189

DELANDSHEERE,V. 1979
DICTIONNAIRE DE L'EVALUATION ET DE LA RECHERCHE EN EDUCATION, Paris: Presses Universitaires de France

DICK,W. 1980
"*An Alternative Analysis of <<Formative Evaluation Applied to a Learning Hierarchy>> by White and Gagné*", CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Vol.V, pp.282-286

DICKENS,C. 1854
HARD TIMES, London:E.P.Dutton

DUDA,R.O. & GASHING,J.G. 1981
"*Knowledge-Based Expert Systems Come of Age*", BYTE, N°09, pp.228-279

ENGELMANN,S. 1969
CONCEPTUAL LEARNING, San-Rafael,CA:Dimensions Press

ENGELMANN,S. 1980
"*Toward the Design of Faultness Instruction: the Theoretical Basis of Concept Analysis*", EDUCATIONAL TECHNOLOGY, Vol.XX, N°02, pp.28-36

ESTES,W.K. & Al. 1976
HANDBOOK OF LEARNING AND COGNITIVE PROCESSES, Vol.III: "*Approaches to Human Learning and Motivation*", N.Y.: John Wiley & Sons, 373 p.

FEIGENBAUM,E.A. & FELDMAN,J.(Eds.) 1963
COMPUTERS AND THOUGHT, N.Y.: McGraw-Hill

FEURZEIG,W. & PAPERT,S. 1970
"*Programming-Languages as a Conceptual Framework for Teaching Mathematics*", INTERFACE, Vol.IV, pp.13-17

FINLEY,F.N. 1981
"*A Philosophical Approach to Describe Science Content: an Example from Geologic Classification*", SCIENCE EDUCATION, Vol.LXV, N°05, pp.513-519

FULTON,J.L. & FULTON,O. 1980
"*Sequential Development of Modes of Responses in the Concept Learning of Elementary Students*", CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Vol.V, pp.83-89

FURBY,L. 1972
"*Cumulative Learning and Cognitive Development: Elaboration and Implication of a Pretheoretical Model*", HUMAN DEVELOPMENT, Vol.XV, N°05, pp.265-286

GAGNE,R.M., WAGER,W. & ROJAS,A. 1981
"*Planning and Authoring Computer-Assisted Instruction Lessons*", EDUCATIONAL TECHNOLOGY, N°09, pp.17-26

GAGNE,R.M. 1965
THE CONDITIONS OF LEARNING, N.Y.:Holt,Rinehart & Winston

GAGNE,R.M. 1970
THE CONDITIONS OF LEARNING (2ème Ed.), N.Y.,Holt, Rinehart & Winston,

GAGNE,R.M. 1977
THE CONDITIONS OF LEARNING (3ème Ed.), N.Y.,Holt, Rinehart & Winston,

GAGNE,R.M. 1972
"*Domains of Learning*", INTERCHANGE, N°03, pp.01-08

GAGNE,R.M. 1973
"*Learning and Instructional Sequence*", in KERLINGER,F.N.(Ed.), REVIEW OF RESEARCH IN EDUCATION, Itasca,Ill.: F.E.Peacock Pub., Chap.I, pp.03-33

GAGNE,R.M. 1974
ESSENTIALS OF LEARNING FOR INSTRUCTION, N.Y.: Holt,Rinehart & Winston

GAGNE,R.M. & BROWN,L.T. 1961
"*Some Factors in the Programming of Conceptual Learning*", JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY, N°62, pp.313-321

GAGNE,R.M., GEPHART,W.J.(Eds.) et Al. 1968
LEARNING RESEARCH AND SCHOOL SUBJECTS, 8th Annual Phi-Delta-Kappa Symposium on Educational Research, Itasca,Ill.: F.E.Peacock Pub., 268 p.

GAGNE,R.M. & ROHWER,W.D. 1969
"*Instructional Psychology*", ANNUAL REVIEW OF PSYCHOLOGY, N°20, pp.381-418

GERLACK,V.S. & ELY,D.D. 1971
TEACHING AND MEDIA: A SYSTEMATIC APPROACH, Englewood Cliffs,NJ,Prentice-Hall

GILBERT,T.F. 1962
"*Mathetics: the Technology of Education*", JOURNAL OF MATHETICS, N°01, pp.07-73

GIRARD,R.,NADEAU,M-A. & SCALLON,G. 1983
"*Analyse d'Erreurs Conceptuelles dans le Cadre de l'Evaluation Formative de l'Apprentissage de Concepts*", CANADIAN JOURNAL OF EDUCATION, Vol.8, N°2, pp.174-187

GLASER,R. 1965
"*Toward a Behavioral Science Base for Instructional Design*", in (GLASER,R.,Ed.), Vol.II, TEACHING MACHINES AND PROGRAMMED LEARNING, Washington,DC, National Education Association

GLASER,R. 1966
"*The Design of Instruction*", THE CHANGING AMERICAN SCHOOL, (GOODLAD, J.I.,Ed.), 65th Yearbook of the National Society for the Study of Education, Chicago: U.C.Press

GLASER,R. 1968
"*Concept Learning and Concept Teaching*", in GAGNE, R.M. & GEPHART,W.J. (Eds.), LEARNING RESEARCH AND SCHOOL SUBJECTS

GLASER,R. 1971
"*Instructional Technology and the Measurement of Learning Outcomes: Some Questions*", in POPHAM,W.J. (Ed.), CRITERION-REFERENCED MEASUREMENTS: AN INTRODUCTION, Englewood Cliffs,NJ: Educational Technology Publications

GLASER,R. & KLAUS,D.J. 1962
"*Proficiency Measurement: Assessing Human Performance*", in GAGNE,R.M. (Ed.), PSYCHOLOGICAL PRINCIPLES IN SYSTEM DEVELOPMENT, N.Y.,Holt,Rinehart & Winston

GLASER,R. & NITKO,A.J. 1971
"*Measurement in Learning and Instruction*", in THORNDIKE,R.L.(Ed.) EDUCATIONAL MEASUREMENT, Washington,DC:American Council on Education

GLASER,R. & RESNICK,L.B. 1972
"*Instructional Psychology*", ANNUAL REVIEW OF PSYCHOLOGY, N°23, pp.207-276

GOLDBERG,A. 1973
"*Computer-Assisted Instruction: The Application of Theorem-Proving to Addaptive Response Analysis*", Tech.Rep.N°203, Stanford University: Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences

GOLDSTEIN,I. 1977
"The Computer as Coach: An Athletic Paradigm for Intellectual Education", AI Memo 389, M.I.T.: AI Laboratory

GOLDSTEIN,I. 1979
"The Genetic Epistemology of Rule Systems", INTERNATIONAL JOURNAL OF MAN-MACHINE STUDIES, Vol.XI, pp.51-77

GUTHRIE,J.T. 1967
"Expository Instruction Versus a Discovery Method", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°58, pp.45-49

GUTHRIE,J.T. & BALDWIN,T.L. 1970
"Effects of Discrimination, Grammatical Rules, and Application of Rules on the Acquisition of Grammatical Concepts", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°61, pp.358-364

HOWE,J.A.M. 1973
"Individualizing Computer-Assisted Instruction", in ELITHORN,A. & JONES,D.(Eds.), ARTIFICIAL AND HUMAN THINKING, Amsterdam,Holl.: Elsevier, pp.94-101

HUNT,E.B. 1962
CONCEPT LEARNING: An Information Processing Problem, N.Y.: John Wiley & Sons Inc., 286 p.

JOHNSON,D.M. 1972
A SYSTEMATIC INTRODUCTION TO THE PSYCHOLOGY OF THINKING, N.Y.: harper & Row

JOHNSON,D.M. & STRATTON,R.P. 1966
"Evaluation of Five Methods of Teaching Concepts", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°57, pp.48-53

JONES,A. & O'SHEA,T. 1982
"Barriers to the Use of Computer Assisted Learning", BRITISH JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY, pp.207-217

KEE,K.N. & WHITE,R.T. 1979
"The Equivalence of Positive and Negative Methods of Validating a Learning Hierarchy", CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Vol.IV, pp.253-259

KELLOGG,C.H. 1968
"A Natural Langage Compiler for On-line Data Management", Syst.Dev. Corp.SP-3160, Santa Monica,Cal.

KEMP,J.E. 1971
INSTRUCTIONAL DESIGN: A PLAN FOR UNIT AND COURSE DEVELOPMENT, Belmont, CA: Fearon

KERSH,B.Y. 1958
"The Adequacy of «meaning» as an Explanation for the Superiority of Learning by Independent Discovery", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°49, pp.282-292

KERSH,B.Y. 1962
"The Motivating Effect of Learning by Directed Discovery", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°53, pp.65-71

KLATZKY,R.L. 1980
HUMAN MEMORY: STRUCTURES AND PROCESSES, 2ème Ed., San Francisco: Freeman

KLAUSMEIER,H.J., GHATALA,E.S. & FRAYER,D.A. 1974
CONCEPTUAL LEARNING AND DEVELOPMENT: A COGNITIVE VIEW, N.Y.:Academic Press

KLAUSMEIER,H.J. & GOODWIN,W. 1975
LEARNING AND HUMAN ABILITIES: EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N.Y.: Harper & Row Pub.

KOFFMAN,E.B. & BLOUNT,S.E. 1975
"Artificial Intelligence and Automatic Programming in CAI", ARTIFICIAL INTELLIGENCE, Vol.VI, pp.215-234

KOHLER,W. 1974
PSYCHOLOGIE DE LA FORME, Paris: Gallimard

KRAMER,S.N. 1978
L'HISTOIRE COMMENCE A SUMER, Paris: Arthaud Editeur

KULHAVY,R.W. & ANDERSON,R.C. 1972
"The Delay-Retention Effect with Multiple-Choice Tests", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°63, pp.505-512

LAWSON,T.E. 1974
"Gagné's Learning Theory Applied To Technical Instruction: a hierarchical learning sequencing", TRAINING AND DEVELOPMENT JOURNAL, N°040, pp.32-40

LOWELL,W.E. 1977
"An Empirical Study of a Model of Abstract Learning", SCIENCE EDUCATION, pp.229-241

MAGER,R.F. 1968
DEVELOPING ATTITUDE TOWARD LEARNING, Palo Alto: Fearon

MAGER,R.F. 1972
GOAL ANALYSIS, Belmont,Cal.: Fearon

MARKLE,S.M. 1973
"Some Thoughts on Task Analysis and Objectives in Educational Psychology", EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST, Vol.X,N°01, pp.024-029

MARKLE,S.M. 1977
"*Teaching Conceptual Networks*", JOURNAL OF INSTRUCTIONAL DEVELOPMENT, Vol.I, N°01, pp.13-17

MARKLE,S.M. 1978
DESIGNS FOR INSTRUCTIONAL DESIGNERS, Champaign, Ill:Stipes Publ. Co., 221 p.

MARKLE,S.M. 1983
DESIGNS FOR INSTRUCTIONAL DESIGNERS, 2ème Ed., Champaign,Ill.: Stipes Pub.Co, 221 p.

MARKLE,S.M. & TIEMANN,P.W. 1969
REALLY UNDERSTANDING CONCEPTS: Or In Frumious Pursuit Of The Jabberwok, Chicago:Tiemann Associates

MARKLE,S.M. & TIEMANN,P.W. 1970
"*Conceptual Learning and Instructional Design*", JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY, N°01, pp.52-62

MARKLE,S.M. & TIEMANN,P.W. 1971
"*Conceptual Learning and Instructional Design*", JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY, N°01, pp.01-12

MARKLE,S.M. & TIEMANN,P.W. 1972
"*Some Principles of Instructional Design at Higher Cognitive Levels*", in ROLLETT,B. & WELTNER,K. (Eds.), FORTSCHRITTE UND ERGEBNISSE DER UNTERRICHTSTECHNOLOGIE, Berlin:Ehrenwirth-Verlag

MARKLE,S.M. & TIEMANN,P.W. 1973
THE LEARNING PROCESSES, Chicago:Tiemann Associates

MARKLE,S.M. & TIEMANN,P.W. 1974
"*Some Principles of Instructional Design at Higher Cognitive Levels*", in ULRICH,R.,STACHNIK,T. & MABRY,F.(Eds.), CONTROL OF HUMAN BEHAVIOR, Vol. III, pp.312-323

MARTORELLA,P.H. 1972
CONCEPT LEARNING: DESIGNS FOR INSTRUCTION, Scranton:Intext

MECHNER,F. 1967
"Behavioral Analysis and Instructional Sequencing", in LANGE,P.(Ed.), PROGRAMED INSTRUCTION, Chicago:U.C.Press

MELTON,A.W. 1958
CATEGORIES OF HUMAN LEARNING, N.Y.:Holt,Rinehart & Winston

MELTON,A.W.(Ed.) 1964
CATEGORIES OF HUMAN LEARNING, N.Y.: Academic Press

MERRILL,M.D. 1971
INSTRUCTIONAL DESIGN: READINGS, Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall

MERRILL,M.D. 1971
"Necessary Psychological Conditions for Defining Instructional Objectives", EDUCATIONAL TECHNOLOGY, N°02, pp.34-40

MERRILL,M.D. 1972
TOWARD A THEORY-BASED APPROACH TO INSTRUCTIONAL DEVELOPMENT, Working Paper N°16, Brigham Young University

MERRILL,M.D. & BOUTWELL,R.C. 1973
"Instructional Development: Methodology and Research", (KERLINGER, F.N.,Ed.), REVIEW OF RESEARCH IN EDUCATION, Itasca,Ill.: F.E.Peacock Publ., A.E.R.A., Chap.IV, pp.95-131

MERRILL,M.D. & TENNYSON,R.D. 1971
"Attribute Prompting Variables in Learning Classroom Concepts", INSTRUCTIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT WORKING PAPER N°28, Brigham Young University

MERRILL,M.D. & TENNYSON,R.D. 1972
"Attribute Prompting in Learning Classroom Concepts", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY

MERRILL,M.D. & TENNYSON,R.D. 1972
"Concept Acquisition and Specified Errors as a Function of Relationships between Positive and Negative Instances", AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH JOURNAL

MERRILL,M.D. & TENNYSON,R.D. 1977
TEACHING CONCEPTS: AN INSTRUCTIONAL DESIGN GUIDE, Englewood Cliffs,NJ: Educational Technology Publications, 205 p

MILKENT,M.M. 1977
"It's Time We Started Paying Attention To What Students Don't Know", SCIENCE EDUCATION, Vol.LXI, N°03, pp.409-413

MILLER,R.B. 1973
"Task Analysis: Sources and Futures", IMPROVING HUMAN PERFORMANCE, N°02, pp.05-27

MINSKY,M.(Ed.) 1968
SEMANTIC INFORMATION PROCESSING, Cambridge,Mass.: M.I.T. Press

MOWRER,O.H. 1960
LEARNING THEORY AND THE SYMBOLIC PROCESSES, N.Y.: Wiley

MUSSEN,P.H.(Ed.) 1970
PIAGET'S THEORY, N.Y.: Wiley

NOVAK,J.D. 1977
"Epicycles and the Homocentric Earth: Or What Is Wrong With Stages of Cognitive Development?", SCIENCE EDUCATION, pp.393-395

NOVAK,J.D. 1977
"An Alternative to Piagetian Psychology for Science and Mathematics Education", SCIENCE EDUCATION, pp.453-477

NUTHALL,G. 1968
"An Experimental Comparison of Alternative Strategies for Teaching Concepts", AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH JOURNAL, N°05, pp.561-584

OASTLER,J. 1978
CONCEPT ANALYSIS: From Socrates to Wittgenstein, U.Press of America/ ISBN: 0-88275-152-2

OWEN,S.V. 1978
EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, Boston: Little Brown Co

PAPERT,S. 1980
MINDSTORMS: CHILDREN, COMPUTERS AND POWERFULL IDEAS, N.Y.: Basic Books

PAPERT,S. 1981
JAILLISSEMENT DE L'ESPRIT: Ordinateurs & Apprentissage, Paris: Flammarion/Père Castor, 298 p.

PAPERT,S. 1982
"Mindstorms ou le Jaillissement de l'Esprit", MICRO-SYSTEMES, pp.49-52

PARK,O.C. 1981
"A Response-Sensitive Strategy in Computer-Based Instruction: A Strategy for Concept Teaching", J.EDUCATIONAL TECHNOLOGY SYSTEMS, Vol.X,N°02, pp.187-197

PAVLOV,I.P. 1932
LES REFLEXES CONDITIONNES, Paris: Alcan

PAVLOV,I.P. 1957
EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY AND OTHER ESSAYS, N.Y.: Philosophical Library

PEUCHOT,M. 1982
"*L'Enseignement Assisté par Ordinateur*", MICRO-SYSTEMES, N°01, pp.87-99

PIAGET,J. 1954
THE CONSTRUCTION OF REALITY IN THE CHILD, N.Y.: Basic Books

PIAGET,J. 1970
"*Carmichael's Manual of Child Psychology*", in MUSSEN,P.H.(Ed.), PIAGET'S THEORY

PITTENGER,O.E. & GOODING,C.T. 1971
LEARNING THEORIES INEDUCATIONAL PRACTICE: An Integration of Psychological Theory and Educational Philosophy, N.Y.: John Wiley & Sons Inc., 221 p.

POPHAM,J.(Ed.) 1974
EVALUATION IN EDUCATION, Berkeley: McCutchan Publ. Co

POPHAM,J.W. & BAKER,E.L. 1970
SYSTEMATIC INSTRUCTION, Englewood Cliffs,NJ:Prentice-Hall

QUILLIAN,M.R. 1966
"*Semantic Memory*", THESE DE DOCTORAT, Pittsburgh: Carnegie Institute of Technology

QUILLIAN,M.R. 1969
"*The Teachable Language Comprehender: a Simulation Program and Theory of Language*", Commun.Ass.Comput.Mach., Vol.XII, N°08, pp.459-476

RICHELLE,M. 1966
LE CONDITIONNEMENT OPERANT, Neuchatel: Delachaux & Niestlé

RICHELLE,M. 1977
SKINNER OU LE PERIL BEHAVIORISTE, Bruxelles: Editions Pierre Mardaga

ROTHKOPF,E.Z. 1968
"*Two Scientific Approaches to the Management of Instruction*", in GAGNE,R.M. & GEPHART,W.R. (Eds.), LEARNING RESEARCH AND SCHOOL SUBJECTS, Itasca, Ill.:F.E.Peacock

RUDNIK,M.F. 1979
"*Now You Can Program the Computer in English*", AUDIOVISUAL INSTRUCTION, N°24, pp.36-37

SHEPPARD,A.N. 1971
MANIPULATING STUDENT'S CONCEPTUAL BEHAVIOR THROUGH THE USE OF POSITIVE AND NEGATIVE EXAMPLES, (Thèse doctorale), Indiana University

SIMMONS,R.F. 1970
"*Natural Langage Question-Answering Systems: 1969*", Commun.Ass.Comput. Mach., Vol.IX, pp.15-30

SIMMONS,R.F. 1970
"*On Natural Langage for Instructional Communication*", INTERFACE, Vol. IV, N°03, pp.29-30

SLEEMAN,D. & BROWN,J.S.(Eds.) 1983
INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, London: Academic Press

SMITH,R.L. 1976
"*Artificial Intelligence in CAI*", Unpublished Working paper, Stanford University: Institue for Mathematical Studies in the Social Sciences

SMOKE,K.L. 1933
"Negative Instances in Concept Learning", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°16, pp.583-588

STAATS,A.W. 1975
SOCIAL BEHAVIORISM, Homewood,Ill.: The Dorsey press, 655 p.

STERN,C. 1965
"Labeling and Variety in Concept Identification with Young Children", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°56, pp.235-240

STEVENS,A.L., COLLINS,A. & GOLDIN,S. 1978
"Diagnosing Students' Misconceptions in Causal Models", Cambridge, Mass.: Bolt,Beranek & Newman, 31 p.

STEVENS,A.L. & COLLINS,A. 1977
"The Goal Structure of a Socratic Tutor", Bolt Beranek & Newman Inc, N°3518, 36 p.

STEVENS,A.L. & COLLINS,A. 1978
"Multiple Conceptual Models of a Complex System", Bolt Beranek & Newman Inc, N°3923, 34 p.

STOLOVITCH,H.D. 1980
"A Cross-Over Experimental Design for Testing Audiovisual Materials", EDUCATIONAL TECHNOLOGY, pp.27-32

STRAUSS,S. 1972
"Learning Theories of Gagné and Piaget: Implications for Curriculum Development", TEACHERS COLLEGE RECORD, Vol.LXXIV, N°01

SWETS,J.A. & FEURZEIG,W. 1965
"Computer-Aided Instruction", SCIENCE, Vol.CL, pp.572-576

TENNYSON,R.D., WOOLEY,F.R. & MERRILL,M.D. 1972
"Exemplar and Nonexemplar Variables wich Produce Concept Classification Behavior and Specified Classification Errors", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°63, pp.144-152

TENNYSON,R.D., STEVE,M.W. & BOUTWELL,R.C. 1975
"Instance Sequence and Analysis of Instance Attribute Representation in Concept Acquisition", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°67, pp.821-827

TENNYSON,R.D. 1973
"Effect of Negative Instances in Concept Acquisition Using a Verbal-Learning Task", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°64, pp.247-260

TENNYSON,R.D. 1981
"Interactive Effect of Cognitive Learning Theory with Computer Attributes in the Design of Computer-Assisted Instruction", J.EDUCATIONAL TECHNOLOGY SYSTEMS, Vol.X, N°02, pp.175-185

TENNYSON,R.D. & BOUTWELL,R.C. 1972
"Methodology for Defining Instance Difficulty in Concept Teaching", EDUCATIONAL TECHNOLOGY

TENNYSON,R.D. & PARK,O.C. 1980
"The Teaching of Concepts: A Review of Instructional Design research Literature", REVIEW OF EDUCATIONAL RESEARCH, Vol.L, N°01, pp.55-70

THIAGARAJAN,S. 1970
CONCEPTS IN THE CLASSROOM, Bloomington,Ind.:Laboratory for Educational Development

THIAGARAJAN,S. 1971
INSTANTIAL AND CONTRASTIVE TEACHER MOVES AND STUDENT'S CONCEPTUAL BEHAVIOR, (Thèse doctorale), Indiana University, 109 p.

THIAGARAJAN,S. 1971
"*The Concept of Concept*", NSPI JOURNAL, Vol.X, N°04, pp.12-13

THORNDIKE,E.L. 1911
ANIMAL INTELLIGENCE, N.Y.: McMillan

THORNDIKE,E.L. 1913
THE PSYCHOLOGY OF LEARNING, Vol.II, N.Y.: Teachers College Press

THORNDIKE,E.L. 1931
HUMAN LEARNING, N.Y.: Appleton-Century-Crofts

THORNDIKE,E.L. 1932
THE FONDAMENTALS OF LEARNING, N.Y.: Teachers College Press

THORNDIKE,E.L. 1949
SELECTED WRITINGS FROM A CONNECTIONIST'S PSYCHOLOGY, N.Y.: Appleton-Century-Crofts

THORPE,L.P. & SCHMULLER,A.M. 1956
LES THEORIES CONTEMPORAINES DE L'APPRENTISSAGE, Paris: Presses Universitaires de France

THYNE,J.M. 1974
PSYCHOLOGIE DE L'APPRENTISSAGE ET TECHNIQUES D'ENSEIGNEMENT, Neuchatel: Delachaux & Niestlé

TIEMANN,P.W. & MARKLE,S.M. 1973
"*Remodeling a Model: An Elaborated Hierarchy of Types of Learning*", EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST, Vol.X, N°03, pp.147-158

TIEMANN,P.W. & MARKLE,S.M. 1978
ANALYSING INSTRUCTIONAL CONTENT: A Guide To Instruction and Evaluation, Champaign,Ill.:Stipes Pub.Co, 292 p.

TIEMANN,P.W. & MARKLE,S.M. 1983
"On Beyond the Single Concept: Conceptual Domains", (non encore publié lors de l'édition), 18p.

TOLMAN,E.C. 1949
"There is More than One Kind of Learning", PSYCHOLOGICAL REVIEW, N°56, pp.144-155

TRAVERS,J.F. 1972
ESSENTIALS OF LEARNING, 3ème Ed., N.Y.: McMillan

TRAVERS,J.F. 1973
EDUCATIONAL PSYCHOLOGY: A Scientific Foundation for Educational Practice, N.Y.: McMillan Co, 448p.

TRAVERS,J.F. 1979
EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N.Y.: Harper & Row Pub.

WAGER,W. 1982
"Design Considerations for Instructional Computing Programs", J.EDUCATIONAL TECHNOLOGY SYSTEMS, Vol.X, N°03, pp.261-269

WALLACE,J. 1964
"Concept Dominance, Type of Feedback, and Intensity of Feedback as Related to Concept Attainment", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°55, pp.159-166

WATSON,J.B. 1925
BEHAVIORISM, N.Y.: Norton

WEIZENBAUM,J. 1966
"ELIZA: A Computer Program for the Study of Natural Language Communications Between Man and Machine", Commun.Ass.Comput.Mach., Vol.IX, N°01, pp.36-45

WEST,C.K. & FOSTER,S.F. 1976
THE PSYCHOLOGY OF HUMAN LEARNING AND INSTRUCTION IN EDUCATION, Cal.: Wadsworth Publ.Co

WEST,C.K. & KELLETT,N.C. 1981
"*The Meaningful Learning of Intellectual Skills: An Application of Ausubel's Subsumption Theory to the Domain of Intellectual Skills Learning*", in SCIENCE EDUCATION, Vol.LXV, N°02, pp.207-219

WEXLER,J.D. 1970
"*A Generative Teaching System that Uses Information Nets and Skeleton Patterns*", THESE DE DOCTORAT, Madison: University of Wisconsin

WITTROCK,M.C. 1963
"*Verbal Stimuli in Concept Formation: Learning by Discovery*", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°54, pp.183-190

WOOLEY,F.R. 1971
EFFECTS OF THE PRESENCE OF CONCEPT DEFINITION, PRETRAINING, CONCEPT EXEMPLAR, AND FEEDBACK ON THE INSTRUCTOR OF INFINITE CONJUNCTION CONCEPTS. (Thèse doctorale), Brigham Young University

WOOLEY,F.R. & TENNYSON,R.D. 1972
"*Conceptual Model of Classification Behavior*", EDUCATIONAL TECHNOLOGY,

YOB,G. 1977
"*PILOT*", CREATIVE COMPUTING, N°03, pp.57-63

YOUNG,J.I., SMITH,K.H. & MERRILL,M.D 1972
THE EFFECTS OF REVIEW TECHNIQUES AND INSTANCE PRESENTATION ON CONCEPT LEARNING TASKS, (Thèse doctorale), Brigham Young University

YUDIN,L. 1963
"Concept Attainment and Adolescent Deveiopment", JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N°54, pp.177-182

ZADEH,L.A. 1976
"A Fuzzy Algorithmic Approach to the Definition of Complex or Imprecise Concepts", INTERNATIONAL JOURNAL OF MAN-MACHINE STUDIES, N°08, pp.249-291

* * * * *

LISTE DESCRIPTIVE
DES PRODUCTIONS

A- RAPPORTS DE RECHERCHE

PPMEP-01.

RAPPORT FINAL(*T.I*): 269p.
(*H.D.Stolovitch, B.F.Rousse et al.*)

Ce premier tome concerne les activités de recherche menées par l'équipe de Janvier 1983 à Décembre 1984; il couvre la problématique du projet, les analyses et enquêtes sur les besoins du milieu (*professionnel court en Equipement Motorisé*), le cadre théorique choisi pour l'enseignement de concepts, l'élaboration du modèle MDC, les méthodologies de design, de développement et d'expérimentation de ce modèle et du système informatisé en découlant (*SOCRATIX-0.1*), l'élaboration des analyses conceptuelles en Electricité par l'équipe d'ingénieurs, la présentation des trois recherches expérimentales réalisées (*"Direction & Sens", "La Fraction" et "Types de Circuits Electriques"*) et les résultats obtenus.

* * * * *

Disques: PPMEP01A.RAP/PPMEP01B.RAP/PPMEP01C.RAP/
Fichiers: PPMEP01.***

A- RAPPORTS DE RECHERCHE

PPMEP-02.

RAPPORT FINAL(*T.II*): 150p.
(*B.F.Rousse, H.D.Stolovitch et al.*)

Ce deuxième tome concerne les activités complémentaires menées par l'équipe de Janvier 1985 à Mai 1985 (*fin du projet*); il couvre l'amélioration du prototype de didacticiel (*SOCRATIX-0.2*), son expérimentation et son implantation dans un bassin élargi de C.S.(*3*) et d'écoles secondaires(*8*) (*options professionnelles variées, niveaux différents et augmentation de la proportion de filles*), l'analyse des résultats et les recommandations et prospectives touchant les développements futurs d'un tel Système Didactique Informatisé (*SDI*).

* * * * *

Disque: PPMEP02.RAP
Fichiers: PPMEP02.***

A- RAPPORTS DE RECHERCHE

PPMEP-03.

RAPPORT FINAL(*T.III*): 120p.
(*B.F.Rousse, J-F.Cloutier et H.D.Stolovitch*)

Ce troisième tome concerne spécifiquement les activités nouvelles menées par l'équipe à l'occasion de la phase finale (*Janvier 1985-Mai 1985*); il couvre la problematique de création d'un progiciel de soutien aux enseignants pour l'Analyse de Réseaux Conceptuels (*ARC*), les fondements théoriques de son élaboration, les méthodologies de design logique et de structuration informatique, les compte-rendus de mise à l'essai, la présentation des rapports techniques et des guides pédagogiques et d'utilisation produits, et enfin les conclusions, recommandations et prospectives générales découlant du projet.

* * * * *

Disque: PPMEP03.RAP
Fichiers: PPMEP03.***

A- RAPPORTS DE RECHERCHE

PPMEP-04.

RECHERCHE N° I:

APPRENTISSAGE DE CONCEPTS - *"DIRECTION" & "SENS"*.
(*M.Moussaoui, H.D.Stolovitch*)

Cette étude expérimentale connexe visait à vérifier la validité du modèle didactique conceptuel auprès d'une clientèle-cible non-problématique de l'élémentaire, dans une situation de "*face-à-face*" impliquant la prise en charge des procédures d'enseignement par les enseignantes.

* * * * *

Disque: MEMOIRE.A
Fichiers: MEMOIREA.***

A- RAPPORTS DE RECHERCHE

PPMEP-05.

RECHERCHE N° II:

APPRENTISSAGE DE CONCEPTS - "*LA FRACTION*":
(*L.Rapagna, H.D.Stolovitch*)

Cette seconde étude expérimentale connexe visait à vérifier la validité du modèle didactique conceptuel auprès d'une clientèle-cible du secondaire en Equipement Motorisé, dans une situation de "*face-à-face*" impliquant la prise en charge des procédures d'enseignement par les enseignants.

* * * * *

Disque: MEMOIRE.B
Fichiers: MEMOIREB.***

A- RAPPORTS DE RECHERCHE

PPMEP-06.

RECHERCHE N° III: 296p. + Annexes

ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE DIDACTIQUE INFORMATISE POUR L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTRAITS CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL

(*B.F.Rousse, N.D.Stolovitch*)

Cette étude expérimentale centrale visait à élaborer un modèle didactique optimal pour l'enseignement de concepts à des étudiant(e)s présentant des carences et difficultés notoires d'apprentissage au niveau abstrait, à le rendre accessible à tous grâce au développement d'un prototype informatisé (*SOCRATIX-0.1*) et à l'expérimenter scientifiquement auprès de deux types de clientèles du secondaire professionnel, sans (*Equip. motorisé*) ou avec (*Electrotechnique*) connaissances préalables d'un domaine d'apprentissage sélectionné (*circuits électriques*).

* * * * *

Disques: THESE.01/04
Fichiers: THESE.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-07.

RAPPORT TECHNIQUE N° I: 42p.

FONDEMENTS THEORIQUES DES TYPOLOGIES D'APPRENTISSAGE.

(B.F.Rousse, N.D.Stolovitch)

Ce document fait la synthèse des typologies modernes de l'apprentissage et de leurs développements les plus récents, en vue de fournir les bases théoriques permettant à un(e) enseignant(e) ou à un(e) réalisateur/trice de matériel d'enseignement de préciser de quoi il/elle parle effectivement lorsqu'il/elle parle d'apprentissage ou d'objectifs d'apprentissage.

* * * * *

Disque: TYPOLOG.
Fichiers: TYPOL.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-08.

RAPPORT TECHNIQUE N° II: 44p.

FONDEMENTS THEORIQUES D'UNE DIDACTIQUE CONCEPTUELLE.

(*B.F.Rousse, H.D.Stolovitch*)

Ce document met en évidence l'importance et la pertinence de l'apprentissage conceptuel et fait la synthèse des fondements théoriques de la psychologie cognitiviste de l'apprentissage soutendant l'élaboration des modèles gagnéen et markléen pour l'enseignement effectif du type d'apprentissage de base du domaine cognitif complexe désigné comme "*concept*" ou "*règle de classification*".

* * * * *

Disque: DIDACTIQ.
Fichiers: DIDAC.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-09.

RAPPORT TECHNIQUE N° III: 36p.

FONDEMENTS THEORIQUES D'UN SYSTEME D'EAO CONCEPTUEL.
(B.F.Rousse, J-F.Cloutier, H.D.Stolovitch)

Ce document fait la synthèse des implications théoriques de l'Enseignement Assisté par Ordinateur, établit des critères de pertinence pour l'utilisation de l'EAO dans l'enseignement de concepts et définit les conditions minimales de développement d'un système tutoriel pour ce faire.

* * * * *

Disque: ORDINAT.
Fichiers: EAOIA.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-10.

RAPPORT TECHNIQUE N° IV: 37p.

STRUCTURES INFORMATIQUES D'UN PROTOTYPE DE DIDACTICIEL CONCEPTUEL (*SOCRATIX-0.2*).

(*J-F.Cloutier, B.F.Rousse, H.D.Stolovitch*)

Ce document décrit les structures informatiques minimales requises pour l'élaboration d'un didacticiel d'enseignement de concepts, tel qu'utilisé pour le prototype "*Socratix-0.2*" et fournit les bases théoriques nécessaires au développement d'un Système Didactique Conceptuel Informatisé (*SDCI*) exploitant l'ensemble des possibilités du modèle cognitiviste d'enseignement de concepts.

* * * * *

Disque: INFORMAT.
Fichiers: SOCRATIX.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-11.

RAPPORT TECHNIQUE N° V: 106p.

FICHES D'ANALYSE DES CONCEPTS DE BASE EN ELECTRICITE

(*G.Toupin, B.F.Rousse, H.D.Stolovitch*)

Ce document constitue un recueil de QUATRE-VINGT-QUATRE analyses de concepts, touchant les domaines de l'électricité (*64*) et du soudage (*20*).

Ce travail fut éxécuté par une équipe de cinq ingénieurs de l'Ecole Polytechnique de l'U. de M., en réponse aux besoins prioritaires déterminés par l'enquête menée auprès d'étudiants et d'enseignants du secteur professionnel (*R.T. n° XII*). Ce travail a présenté des difficultés importantes pour les ingénieurs, dont la formation s'est révélée peu conforme à ce type d'analyse.

Il ne constitue pas, de ce fait et de celui de l'utilisation des techniques classiques d'analyse de concepts "*isolés*" et "*associé*", une forme définitive.

./..

Il a permis, néanmoins, de mieux poser le problème de l'analyse des concepts en réseaux (*R.T. n° IV*) et constitue un outil utile pour des améliorations futures des techniques d'analyse conceptuelle.

* * * * *

Disque: EXPERTIS.
Fichiers: EXPERT.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-12.

RAPPORT TECHNIQUE N° VI: 75p.

MODELE THEORIQUE & DIDACTIQUE DE RECHERCHE.
(*B.F.Rousse, H.D.Stolovitch*)

Ce rapport technique constitue la présentation du modèle théorique & didactique conceptuel developpé pour l'enseignement tutoriel de concepts, tel qu'il apparaissai dans le premier rapport partiel de recherche, couvrant la première phase du projet (*Février-Mai 1983*).

Il touche, dans une première partie, le compte-rendu sommaire des activités de formation didactique des membres de l'équipe de recherche et de coordination des activités de recherches.

Dans une deuxième partie, il étudie les fondements théoriques de la recherche.

Enfin, dans une troisième partie, les contraintes et hypothéses d'élaboration du modèle didactique sont envisagées.

./..

Le document comporte plusieurs annexes portant sur les travaux de Gagné, Tiemann/Markle et Tennyson, ainsi que l'algorithme de module didactique conceptuel développé au cours de la recherche.

* * * * *

Disque: MODELIS.
Fichiers: MODEL.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-13.

RAPPORT TECHNIQUE N° VII: 78p.

PROCEDURES DE DESIGN CONCEPTUEL DU M.D.C. *(SOCRATIX)*.

(B.F.Rousse, J-F.Cloutier, H.D.Stolovitch)

Ce rapport technique décrit dans le détail les principes & procédures de design didactique ayant servis à la structuration d'un modèle-expert pour l'élaboration du prototype informatisé de tutoriel conceptuel *(Socratix-I)*. Il représente l'une des phases cruciales de développement du système tutoriel conceptuel qu'est Socratix.

Les trois fonctions majeures de ce tuteur conceptuel - fonction tutorielle, fonction didactique et fonction diagnostique - sont définies et leur analyse de structure est détaillée, dans une première partie.

Dans une deuxième partie, les deux algorithmes didactiques - général et d'associations - sont présentés et analysés, dans la forme où ils furent utilisés en vue de l'informatisation du prototype *(R.T. n° IV)*.

./..

Le document comporte plusieurs annexes illustrant les principes et fondements théoriques ayant guidé ce design.

* * * * *

Disque: DESIGN.
Fichiers: DESIGN.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-14.

RAPPORT TECHNIQUE N° VIII: 40p.

SIMULATION D'UN INFORMATUTEUR PARFAIT (*Fiction*).
(*B.F.Rousse & W.Rousse*)

Ce document représente un ensemble d'extraits d'un essai de fiction, réalisé en vue d'aider à l'explicitation de ce que pourrait etre un tuteur conceptuel imaginaire "*parfait*".

Il se base sur des faits non forfuits relevés à travers des échanges avec de jeunes enfants de l'élémentaire rêvant d'une école plus stimulante et intéressante.

Son objectif majeur visait à faciliter la découverte des caractéristiques idéales d'un tuteur conceptuel, hors de toutes contraintes technologiques ou pratiques. Il s'est, de ce fait, révèlé comme un outil précieux de créativité pour l'élaboration formelle du système tutoriel conceptuel.

* * * * *

Disque: FICTION.
Fichiers: FICTION.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-15.

RAPPORT TECHNIQUE N° IX: 25p.

PROBLEMATIQUE DE L'ANALYSE CONCEPTUELLE
(B.F.Rousse, H.D.Stolovitch)

Ce document présente l'études des problèmes posées par l'analyse de concepts, en vue de son utilisation dans l'enseignement de type cognitiviste de ceux-ci, en se basant sur les travaux de Tiemann/Markle, Tennyson, Merrill et d'autres, dans le domaine.

Dans une première partie, un certain nombre de notions préliminaires importantes sont définies. Dans une deuxième partie, un algorithme décisionnel est présenté, ainsi qu'une procédure formelle d'analyse touchant les concepts "*isolés*" et "*associés*" et un modèle d'analyse accompagné d'un exemple d'élaboration de séries rationnelles.

Enfin, le document comporte un recueil de citations touchant le domaine spécifique.

* * * * *

Disque: ANALYSE.
Fichiers: ANALYSE.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-16.

RAPPORT TECHNIQUE N° X: 50p.

RECUEIL DES PROTOCOLES D'EXPERIMENTATION.
(*B.F.Rousse*)

Ce document est un recueil des divers protocoles d'expérimentation utilisés et distribués aux participant(e)s, lors des diverses phases pré-expérimentales et expérimentales du prototype tutoriel conceptuel "*Socratix-0.1 & 0.2*".

Il regroupe trois documents préalables:

1- Les protocoles de pré-expérimentation;

2- Les protocoles opératoires de la phase expérimentale n° 1;

3- Les protocoles opératoires de la phase expérimentale n° 2.

* * * * *

Disque: PROTOCOL.
Fichiers: PROTEXP.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-17.

RAPPORT TECHNIQUE N° XI: 20p.

PROBLEMATIQUE DU DIAGNOSTIC CONCEPTUEL.
(*B.F.Rousse, N.D.Stolovitch*)

Ce document fournit les éléments théoriques et pratiques fondant l'élaboration du diagnostic des erreurs-types de classification des exemples et non-exemples conceptuels (*la sur-généralisation, la sous-généralisation et la confusion*).

Il traite des deux types actuellement appliqués de diagnostics conceptuels:

1- Le diagnostic des erreurs-types de classification des concepts "*isolés*";

2- Le diagnostic des erreurs-types de classification des concepts "*associés*".

* * * * *

Disque: DIAGNOST.
Fichiers: DIAGNOS.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-18.

RAPPORT TECHNIQUE N° XII: 29p.

ENQUETE SUR LES BESOINS D'APPRENTISSAGE CONCEPTUELS AU SECTEUR PROFESSIONNEL.
(*L.Rapagna, B.F.Rousse, H.D.Stolovitch*)

Ce document constitue le rapprort d'une enquête sur les besoins en termes de carences d'apprentissage conceptuel au secteur professionnel secondaire, menée auprès d'étudiants et d'enseignants du professionnel court en équipement motorisé, à l'école polyvalente Pt-Viau, en septembre 1983.

Ses résultats justifient le choix qui a été fait des domaines prioritaires d'analyses de concepts, en électricité et en soudage et contribuent de préciser la nature des besoins cognitifs spécifiques de ce type de clientèle.

* * * * *

Disque: MILIEU.
Fichiers: BESOINS.***

B- RAPPORTS TECHNIQUES

PPMEP-19.

RAPPORT TECHNIQUE N° XIII: 120p.

RECUEIL DE TRAVAUX SUR L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL SELON MARKLE/TIEMANN. (Trad. & Essais)
(*B.F.Rousse*)

Ce document est un recueil de différents travaux préalables sur l'apprentissage cognitiviste conceptuel, effectués en vue de fournir aux membres oeuvrant au sein de l'équipe les éléments utiles à leurs travaux respectifs.

Il regroupe un certain nombre d'essais portant sur des aspects divers de la théorie cognitiviste de l'apprentissage de concepts, ainsi que des traductions ou synthèses de travaux, selon Gagné, Markle/Tiemann, Tennyson et d'autres.

* * * * *

Disque: MARKLE.
Fichiers: CONCEPTS.***

C- GUIDES PEDAGOGIQUES

PPMEP-20

GUIDE N° I:

COMMENT FAIRE L'ANALYSE DES CONCEPTS & DES RESEAUX CONCEPTUELS?
(*B.F.Rousse, J-F.Cloutier, N.D.Stolovitch*).

Ce document, le premier d'une série de quatre, est un "*guide*" visant à faciliter la tâche d'analyse conceptuelle et destiné aussi bien au développeur de matériel didactique qu'à l'enseignant sans formation préalable au domaine.

Il se présente sous forme d'un "*mode d'emploi*" d'utilisation claire et facile, présentant un ensemble de "*règles opérationnelles*" et d'exemples.

Toutefois, malgré un objectif prioritairement utilitaire et de vulgarisation, les auteurs ont voulu s'attacher à fournir également une information minimale touchant les aspects théoriques inhérents à cette tâche fondamentale et préalable à toute étude conceptuelle.

* * * * *

Disque: GUIDE-A.
Fichiers: GUIDE-A.***

C- GUIDES PEDAGOGIQUES

PPMEP-21

2-COMMENT ELABORER DES SERIES RATIONNELLES POUR L'ENSEIGNEMENT DE CONCEPTS?

(B.F.Rousse, H.D.Stolovitch)

Ce document, le second d'une série de quatre, est un "*guide*" visant à faciliter la tâche d'élaboration des séries rationnelles necessaires à l'enseignement conceptuel, aussi bien pour le développeur de matériel didactique que pour l'enseignant sans formation préalable au domaine.

Il se présente sous forme d'un "*mode d'emploi*" d'utilisation claire et facile, présentant un ensemble de "*règles opérationnelles*" et d'exemples. Toutefois, malgré un objectif prioritairement utilitaire et de vulgarisation, l'auteur a voulu s'attacher à fournir également une information minimale touchant les aspects théoriques inhérents à cette tâche préliminaire de l'enseignement conceptuel.

* * * * *

Disque: GUIDE-B.
Fichiers: GUIDE-B.***

C- GUIDES PEDAGOGIQUES

PPMEP-22

3-COMMENT ENSEIGNER EFFECTIVEMENT & EFFICACEMENT LES CONCEPTS?

(*B.F.Rousse, N.D.Stolovitch*)

Ce document, le troisième d'une série de quatre, est un "*guide*" visant à faciliter la tâche d'enseignement conceptuel. Il met en évidence les éléments favorisant une acquisition effective et efficace des concepts, aussi bien pour le développeur de matériel didactique que pour l'enseignant sans formation préalable au domaine.

Il se présente sous forme d'un "*mode d'emploi*" d'utilisation claire et facile, présentant un ensemble de "*règles opérationnelles*" et d'exemples.

* * * * *

Disque: GUIDE-C.
Fichiers: GUIDE-C.***

C- GUIDES PEDAGOGIQUES

PPMEP-23

4-COMMENT FAIRE ET UTILISER LE DIAGNOSTIC DES ERREURS-TYPES DE CLASSIFICATION?

(*B.F.Rousse, N.D.Stolovitch*)

Ce document, le dernier d'une série de quatre, est un "*guide*" visant à faciliter la tâche de diagnostic des erreurs-types de classification conceptuelle. Il explicite les procédures d'identification de ces erreurs (*sous-généralisation, sur-généralisation et confusion*), ainsi que la façon d'utiliser le diagnostic obtenu en vue de planifier les stratégies correctives appropriées, aussi bien pour le développeur de matériel didactique que pour l'enseignant sans formation préalable au domaine.

Il se présente sous forme d'un "*mode d'emploi*" d'utilisation claire et facile, présentant un ensemble de "*règles opérationnelles*" et d'exemples.

* * * * *

Disque: GUIDE-D.
Fichiers: GUIDE-D.***

D- LOGICIELS

PPMEP-24.

LOGICIEL N° I:

SOCRATIX-0.2.
(J-F.Cloutier, B.F.Rousse)

Prototype de didacticiel pour l'enseignement tutoriel des concepts associés de "*circuits électriques simples*"; ce logiciel a été expérimenté avec succès auprès de quelques 800 étudiantes et étudiants, dans 8 écoles secondaires relevant de 3 C.S. de la rive nord de Montréal.

* * * * *

Disque: LOGICIEL.A
Fichiers: LOGICA.***

D- LOGICIELS

PPMEP-25.

LOGICIEL N° II:

ARC-1.0.

(J-F.Cloutier, N.F.Rousse)

Progiciel destiné à guider les enseignants dans l'Analyse des Réseaux Conceptuels, afin d'en assurer la cohérence et de favoriser l'élaboration d'analyses de concepts formellement correctes; la première version de ce logiciel d'aide au design d'enseignement a été mis à l'essai auprès d'un petit groupe d'enseignants du secteur secondaire professionnel.

* * * * *

Disque: LOGICIEL.B
Fichiers: LOGICB.***